

Этот файл был взят с сайта

<http://all-ebooks.com>

Данный файл представлен исключительно в ознакомительных целях. После ознакомления с содержанием данного файла Вам следует его незамедлительно удалить. Сохраняя данный файл вы несете ответственность в соответствии с законодательством.

Любое коммерческое и иное использование кроме предварительного ознакомления запрещено.

Публикация данного документа не преследует за собой никакой коммерческой выгоды.

Эта книга способствует профессиональному росту читателей и является рекламой бумажных изданий.

Все авторские права принадлежат их уважаемым владельцам.

Если Вы являетесь автором данной книги и её распространение ущемляет Ваши авторские права или если Вы хотите внести изменения в данный документ или опубликовать новую книгу свяжитесь с нами по email.

В. Л. Бройдо

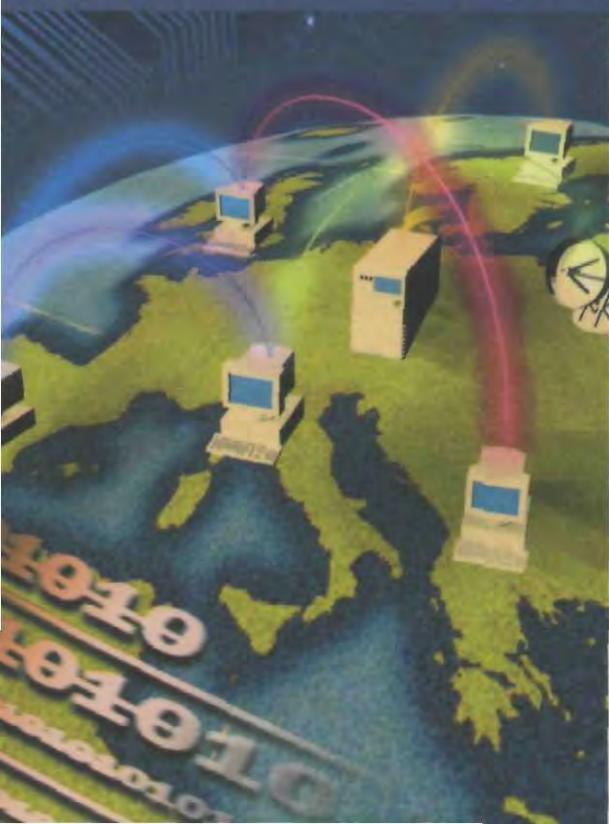
 ПИТЕР®

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ, СЕТИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

2-е издание

УЧЕБНИК

ДЛЯ ВУЗОВ



- для студентов и преподавателей высших учебных заведений
- фундаментальный курс, полностью соответствующий государственному образовательному стандарту



С Е Р И Я

У Ч Е Б Н И К

Д Л Я В У З О В

 **ПИТЕР®**

У Ч Е Б Н И К

Д Л Я В У З О В

В. Л. Бройдо

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ, СЕТИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

2-е издание

Допущено Министерством образования Российской Федерации
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлениям «Прикладная информатика»
и «Информационные системы в экономике»

 **ПИТЕР®**

**Москва · Санкт-Петербург · Нижний Новгород · Воронеж
Ростов-на-Дону · Екатеринбург · Самара · Новосибирск
Киев · Харьков · Минск**

2004

ББК 32.973.202я7
УДК 681.324(075)
Б88

Рецензенты:

Трофимов В. В., доктор технических наук, заведующий кафедрой информатики Санкт-Петербургского Государственного университета экономики и финансов, профессор

Соколов Р. В., доктор экономических наук, профессор кафедры «Информационные системы в экономике» Санкт-Петербургского Государственного инженерно-экономического университета, профессор

Б88 Вычислительные системы, сети и телекоммуникации: Учебник для вузов. 2-е изд. / В. Л. Бройдо. — СПб.: Питер, 2004. — 703 с.: ил.

ISBN 5-94723-634-6

Вычислительные машины, системы и сети уже давно выполняют задачи, выходящие за рамки обычных вычислений. Ключевыми словами в наши дни становятся информация, обработка информации. Более того, информация — это самый ценный ресурс в современном мире. Устройства ее хранения, организации, передачи и обработки и посвящена эта книга. Фактически речь в ней идет обо всей совокупности вычислительного оборудования и решаемых им задач, то есть об информационных системах. В книге обсуждаются не только организация, устройство и принципы функционирования вычислительных устройств, но и такие темы, как их эффективность и качество. Книга предназначена для широкого круга пользователей компьютеров.

Допущено Министерством образования Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям «Прикладная информатика» и «Информационные системы в экономике».

ББК 32.973.202я7
УДК 681.324(075)

Информация, содержащаяся в данной книге, получена из источников, рассматриваемых издательством как надежные. Тем не менее, имея в виду возможные человеческие или технические ошибки, издательство не может гарантировать абсолютную точность и полноту приводимых сведений и не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 5-94723-634-6

© ЗАО Издательский дом «Питер», 2004

Краткое содержание

Введение	13
Часть I. Информатика и вычислительные системы	
Глава 1. Информация и ее свойства	16
Глава 2. Архитектура информационно-вычислительных систем	32
Глава 3. Информационно-логические основы построения вычислительных машин.	64
Часть II. Персональные компьютеры	
Глава 4. Функциональная и структурная организация ПК	84
Глава 5. Микропроцессоры и системные платы	106
Глава 6. Запоминающие устройства ПК	146
Глава 7. Внешние устройства ПК.	202
Глава 8. Выбор, тестирование и подключение ПК к электросети	262
Часть III. Программное управление	
Глава 9. Программное управление — основа автоматизации вычислительного процесса	282
Глава 10. Программное обеспечение компьютера	339
Часть IV. Информационные компьютерные сети	
Глава 11. Основные принципы построения компьютерных сетей	384
Глава 12. Локальные вычислительные сети	435
Глава 13. Глобальная информационная сеть Интернет	459
Глава 14. Корпоративные компьютерные сети	506
Часть V. Системы телекоммуникаций	
Глава 15. Системы и каналы передачи данных	544
Глава 16. Телефонная связь	561
Глава 17. Радиотелефонная связь.	577
Глава 18. Компьютерные системы оперативной связи	616
Глава 19. Системы передачи документированной информации.	629
Часть VI. Эффективность функционирования вычислительных систем	
Глава 20. Качество и эффективность информационных систем	644
Заключение. Перспективы развития информационных систем	692
Литература	696
Алфавитный указатель	698

Содержание

Введение	13
От издательства	14

Часть I. Информатика и вычислительные системы

Глава 1. Информация и ее свойства	16
--	-----------

Особенности информации	18
Меры информации	20
Синтаксические меры информации	21
Семантическая мера информации	22
Прагматическая мера информации	23
Показатели качества информации	24
Репрезентативность	25
Содержательность	25
Достаточность	26
Доступность	26
Актуальность	26
Своевременность	26
Точность	27
Достоверность	27
Устойчивость	27
Ценность	28
Показатели качества информации и функционирование системы управления	28
Информатика	28
Наука информатика	28
Информационные технологии	29
Индустрия информатики	30
Вопросы для самопроверки	31

Глава 2. Архитектура информационно-вычислительных систем	32
---	-----------

Информационные системы и их классификация	33
Функциональная и структурная организация информационных систем	35
Архитектурные особенности вычислительных систем различных классов	39
Основные классы вычислительных машин	43
Большие компьютеры	48
Малые компьютеры	51
Микрокомпьютеры	52
Многомашинные и многопроцессорные ВС	55
Суперкомпьютеры и особенности их архитектуры	58
Кластерные суперкомпьютеры	62
Вопросы для самопроверки	63

Глава 3. Информационно-логические основы построения вычислительных машин	64
---	-----------

Представление информации в вычислительных машинах	64
Представление чисел с фиксированной и плавающей запятой	66
Алгебраическое представление двоичных чисел	67
Прочие системы счисления	69
Особенности представления информации в ПК	73
Логические основы построения вычислительной машины	77
Элементы алгебры логики	77

Логический синтез вычислительных схем	79
Выполнение логических операций в компьютере	80
Вопросы для самопроверки	81

Часть II. Персональные компьютеры

Глава 4. Функциональная и структурная организация ПК 84

Основные блоки ПК и их назначение	84
Микропроцессор	84
Системная шина	86
Основная память	86
Внешняя память	87
Источник питания	87
Таймер	88
Внешние устройства	88
Дополнительные интегральные микросхемы	89
Элементы конструкции ПК	90
Функциональные характеристики ПК	91
Производительность, быстродействие, тактовая частота	92
Разрядность микропроцессора и кодовых шин интерфейса	93
Типы системного и локальных интерфейсов	93
Емкость оперативной памяти	93
Емкость накопителя на жестких магнитных дисках	93
Тип и емкость накопителей на гибких магнитных дисках	93
Наличие, виды и емкость кэш-памяти	94
Аппаратная и программная совместимость с другими типами компьютеров	94
Возможность работы в многозадачном режиме	94
Надежность	94
Портативные компьютеры	94
Портативные рабочие станции	96
Наколенные компьютеры	97
Компьютеры-блокноты	97
Карманные компьютеры	99
Электронные секретари	101
Планшетные компьютеры	103
Электронные записные книжки	104
Вопросы для самопроверки	105

Глава 5. Микропроцессоры и системные платы 106

Микропроцессоры	106
Микропроцессоры типа CISC	108
Микропроцессоры типа RISC	115
Микропроцессоры типа VLIW	116
Физическая и функциональная структура микропроцессора	117
Устройство управления	118
Арифметико-логическое устройство	120
Микропроцессорная память	121
Интерфейсная часть МП	124
Системные платы	125
Разновидности системных плат	128
Внутримашинные системный и периферийный интерфейсы	135
Шины расширений	136
Локальные шины	138
Периферийные шины	141
Универсальные последовательные периферийные шины	143
Вопросы для самопроверки	145

Глава 6. Запоминающие устройства ПК	146
Статическая и динамическая оперативная память	147
Регистровая кэш-память	148
Основная память	149
Физическая структура основной памяти	149
Типы оперативной памяти	153
Постоянные запоминающие устройства	156
Логическая структура основной памяти	157
Внешние запоминающие устройства	162
Файлы, их виды и организация	165
Управление файлами	168
Логическая организация файловой системы	170
Размещение информации на дисках	173
Накопители на жестких магнитных дисках	176
Устройства флэш-памяти	180
Дисковые массивы RAID	184
Накопители на гибких магнитных дисках	185
Накопители на оптических дисках	190
Цифровые диски DVD	195
Накопители на магнитооптических дисках	198
Накопители на магнитной ленте	199
Вопросы для самопроверки	201
Глава 7. Внешние устройства ПК	202
Видеотерминальные устройства	202
Видеомониторы на базе ЭЛТ	202
Эргономичность электронно-лучевых мониторов	210
Видеомониторы на плоских панелях	216
Видеоконтроллеры	221
Клавиатура	225
Графический манипулятор мышь	230
Принтеры	231
Матричные принтеры	232
Струйные принтеры	233
Лазерные принтеры	236
Термопринтеры	237
Твердочернильные принтеры	237
Сервисные устройства	238
Сетевой принтер	238
Сканеры	239
Типы сканеров	241
Форматы представления графической информации в ПК	243
Дигитайзеры	245
Основные характеристики дигитайзеров	245
Плоттеры	247
Типы плоттеров	248
Средства мультимедиа	251
Системы речевого ввода и вывода информации	252
Компьютерные средства обеспечения звуковых технологий	256
Компьютерные средства обеспечения видеотехнологий	259
Вопросы для самопроверки	260
Глава 8. Выбор, тестирование и подключение ПК к электросети	262
Вопросы выбора ПК	262
Общие рекомендации	264
Выбор жесткого диска	266
Выбор видеомонитора	266
Выбор принтера	267

Тестирование компьютера и его основных устройств	268
Получение общей информации о компьютере	271
Получение информации о видеосистеме	272
Получение информации о принтере	273
Получение информации об основной и виртуальной памяти	273
Получение сведений о дисковой памяти	274
Получение информации о клавиатуре и манипуляторе мышь	274
Получение информации о мультимедийных компонентах компьютера	276
Получение сведений о сетевом окружении компьютера	276
Подключение ПК к электросети	277
Вопросы для самопроверки	279

Часть III. Программное управление

Глава 9. Программное управление — основа автоматизации вычислительного процесса

282

Состав машинных команд	286
Режимы работы компьютеров	287
Однопрограммные и многопрограммные режимы	287
Система прерываний программ в ПК	290
Адресация регистров и ячеек памяти в ПК	295
Относительная адресация	295
Стековая адресация	296
Элементы программирования на языке ассемблер	296
Основные компоненты языка ассемблер	297
Адресация регистров и ячеек памяти в ассемблере	300
Основные команды языка ассемблер	302
Основные директивы ассемблера	310
Краткие сведения о программировании процедур работы с устройствами ввода-вывода	313
Программирование работы с дисплеем	313
Программирование работы с клавиатурой	315
Программирование работы с принтерами	316
Программирование работы с файлами	318
Некоторые аспекты создания исполняемых программ	322
Процедуры формирования программы	322
Структура программы на языке ассемблер для получения исполняемого файла формата EXE	323
Основные сведения о листинге и его структуре	329
Особенности структуры машинных команд	329
Последовательность работы ПК при выполнении программы	331
Краткие сведения об отладчике программ DEBUG	333
Основные команды отладчика DEBUG	334
Вопросы для самопроверки	338

Глава 10. Программное обеспечение компьютера

339

Системное программное обеспечение	340
Операционные системы компьютеров	340
Сервисные системы	345
Инструментальные программные средства	346
Операционные системы ПК	347
Прикладное программное обеспечение	375
Прикладные программы для офиса	376
Пакет прикладных программ Microsoft Office	377
Специализированные корпоративные программные средства	381
Вопросы для самопроверки	382

Часть IV. Информационные компьютерные сети

Глава 11. Основные принципы построения компьютерных сетей	384
Системы телеобработки данных	384
Классификация и архитектура информационно-вычислительных сетей	390
Виды информационно-вычислительных сетей	391
Модель взаимодействия открытых систем	396
Сети и сетевые технологии нижних уровней	401
Сеть ISDN	401
Сеть и технология X.25	405
Сеть и технология Frame Relay	409
Сеть и технология ATM	412
Техническое обеспечение информационно-вычислительных сетей	415
Серверы и рабочие станции	415
Маршрутизаторы и коммутирующие устройства	418
Модемы и сетевые карты	423
Программное и информационное обеспечение сетей	431
Вопросы для самопроверки	433
Глава 12. Локальные вычислительные сети	435
Виды локальных вычислительных сетей	436
Одноранговые локальные сети	438
Серверные локальные сети	439
Устройства межсетевого интерфейса	440
Способы повышения производительности ЛВС	442
Базовые технологии локальных сетей	443
Методы доступа к каналам связи	444
Сетевая технология IEEE802.3/Ethernet	446
Технология IEEE 802.5/Token Ring	447
Технология ARCNET	447
Технология FDDI	448
Актуальные локальные вычислительные сети	448
Локальная вычислительная сеть Novell NetWare	449
Локальные сети, управляемые ОС Windows NT	453
Основные рейтинговые параметры ЛВС	457
Вопросы для самопроверки	458
Глава 13. Глобальная информационная сеть Интернет	459
Общие сведения о сети Интернет	461
Протоколы общения компьютеров в сети	463
Система адресации в Интернете	466
Варианты общения пользователя с Интернетом	468
Подключение и настройка компьютера для работы в Интернете	469
Базовые пользовательские технологии работы в Интернете	474
Передача файлов с помощью протокола FTP	475
Telnet — программа работы с удаленным компьютером	476
Электронные доски объявлений	477
Телеконференции USENET	477
Службы прямого общения пользователей	479
Электронная почта	481
Основные технологии работы в WWW	488
Гипертекстовые технологии Интернета	489
Обозреватели Интернета и поисковые системы	492
Бизнес и коммерция в Интернете	500
Вопросы для самопроверки	504

Глава 14. Корпоративные компьютерные сети	506
Корпоративные информационные системы	509
Особенности архитектуры корпоративных компьютерных сетей	512
Корпоративные сети на основе ОС Windows Server 2000	516
Администрирование и сервисные службы Windows Server 2000	517
Особенности построения и эксплуатации баз данных в ККК	523
Корпоративные сети на основе СОС Novell NetWare 5.1	527
Системы автоматизации деловых процессов и управления электронными документами в ККК	532
Виды унифицированных документов предприятий	534
Создание, хранение электронных документов и манипулирование ими	534
Специализированные системы управления документами	537
Вопросы для самопроверки	542
 Часть V. Системы телекоммуникаций	
Глава 15. Системы и каналы передачи данных	544
Системы передачи данных и их характеристики	544
Линии и каналы связи	548
Цифровые каналы связи	554
Российские сети передачи информации	556
Системы оперативной связи	559
Вопросы для самопроверки	560
 Глава 16. Телефонная связь	561
Абонентские телефонные аппараты	563
Автоматические определители номера	564
Многофункциональные телефонные аппараты	565
Телефоны с радиотрубкой	567
Телефонные радиоудлинители	568
Офисные АТС	568
Разновидности офисных АТС	571
Офисная АТС дома	573
Вариант использования АТС в офисе	573
DECT-телефония	574
Вопросы для самопроверки	576
 Глава 17. Радиотелефонная связь	577
Системы сотовой радиотелефонной связи	579
Стандарты и операторы сотовой связи	580
Стандарты NMT, AMPS/DAMPS и GSM	582
Стандарт 2,5G CDMA	584
Абонентские радиотелефоны и сервисные услуги сотовой связи	585
Системы транкинговой радиотелефонной связи	590
Аналоговый стандарт Smart Trunk II	592
Аналоговый стандарт MPT 1327	596
Цифровые стандарты	597
Персональная спутниковая радиотелефонная связь	599
Варианты систем персональной спутниковой связи	599
Система Iridium	601
Система Globalstar	602
Спутниковые навигационные системы	604
Пейджинговые системы связи	606
Архитектура и виды пейджинговых систем	607
Протоколы и операторы пейджинговой связи	608

Модели пейджеров	611
Сервисные услуги пейджинговой связи	612
Вопросы для самопроверки	615
Глава 18. Компьютерные системы оперативной связи	616
Компьютерная телефония	616
Интернет-телефония	619
Компьютерная видеосвязь	623
Варианты сетевого решения видеоконференций	623
Системы видеоконференций	627
Вопросы для самопроверки	628
Глава 19. Системы передачи документированной информации	629
Телеграфная связь	629
Дейтафонная связь	630
Системы и аппаратура телеграфной связи	631
Факсимильная связь	634
Стандарты и режимы факсимильной связи	635
Факсимильные аппараты	636
Компьютерные факсимильные системы	641
Вопросы для самопроверки	642
Часть VI. Эффективность функционирования вычислительных систем	
Глава 20. Качество и эффективность информационных систем	644
Надежность информационных систем	645
Основные показатели надежности	646
Обеспечение надежности функционирования ИС	649
Практическая реализация надежных информационных систем	653
Достоверность информационных систем	657
Показатели достоверности информации	658
Обеспечение достоверности информации	659
Помехозащищенное кодирование информации	664
Безопасность информационных систем	669
Защита информации от несанкционированного доступа	672
Защита сетей на базе MS Windows NT/2000 Server	674
Криптографическое закрытие информации	676
Электронная цифровая подпись	678
Защита информации от компьютерных вирусов	679
Эффективность информационных систем	685
Локальные показатели эффективности	685
Показатели экономической эффективности	687
Методические вопросы разработки оптимальных информационных систем	689
Вопросы для самопроверки	691
Заключение. Перспективы развития информационных систем	692
Литература	696
Алфавитный указатель	698

Введение

Учебник предназначен для студентов, изучающих дисциплины **«Вычислительные системы, сети и телекоммуникации»** специальности 351400 «Прикладная информатика» гуманитарной прикладной области и **«Вычислительные машины, сети и системы телекоммуникаций»** специальности 071900 «Информационные системы в экономике», а также для слушателей институтов повышения квалификации, аспирантов и преподавателей, обеспечивающих учебный процесс по данным дисциплинам. Книга будет весьма полезна и для специалистов, связанных с современными информационными технологиями, и для широкого круга пользователей компьютеров.

Вычислительные системы, сети и телекоммуникации являются в современном обществе самыми востребованными ресурсами. Войдя в человеческую жизнь, компьютеры сейчас стали неотъемлемой частью нашей цивилизации. И хотя первая ЭВМ с автоматическим программным управлением была создана чуть более полувека назад, к настоящему моменту уже насчитывается пять поколений вычислительных машин. Столь бурного развития, вероятно, не претерпевала ни одна технология.

Действительно, если признанная как первая большая ЭВМ «Эниак» (1946 год) занимала площадь около 90 м² и весила более 30 тонн, то современный микропроцессор, способный вместить все электронное оборудование такой машины, имеет площадь всего 1,5–2 см², обеспечивая при этом такую вычислительную мощность, которая превышает суммарную вычислительную мощность всех ЭВМ, имевшихся в мире в середине 60-х годов. Первая ЭВМ содержала около 17 тысяч электронных ламп, а сейчас такое количество электронных компонентов технологии 0,15 мкм позволяют разместить в срезе человеческого волоса.

Темпы развития ЭВМ опровергли все самые смелые прогнозы. Например, президент и основатель одной из ведущих компьютерных фирм Digital Equipment Corporation Кен Олсон (Ken Olson) в 1977 году в одном из интервью сказал, что нет причин, по которым кому-нибудь захотелось бы иметь дома компьютер, а уже несколько лет спустя на рынке появился самый массовый в настоящее время персональный компьютер: сначала ПК фирмы Apple, а в 1981 году и IBM PC. Самый, наверное, известный в компьютерном мире человек, основатель и бессменный руководитель фирмы Microsoft Билл Гейтс (Bill Gates) утверждал в 1983 году,

что ни одной компьютерной программе никогда не понадобится более 640 Кбайт оперативной памяти, а сейчас его фирма выпускает программные продукты, требующие 128 Мбайт.

С развитием вычислительной техники расширяется сфера ее использования, изменяется терминология. Термины *вычислительная машина*, *вычислительная система*, вычислительная сеть выросли из своего дословного толкования в части прилагательного «*вычислительная*». Уже давно названные объекты выполняют не только и не столько вычисления, сколько преобразования информации, а именно: накопление, хранение, организацию, толкование информации, то есть представляют собой фактически информационные системы. Тем не менее еще и сейчас в литературе часто используются традиционные, исторически сложившиеся их названия. Что касается толкования понятия *вычислительная система*, то в литературе имеются совершенно различные ее определения: от просто набора устройств обработки данных (автоматизированных или автоматических), от одиночного компьютера с его программным обеспечением, до совокупности нескольких взаимосвязанных вычислителей с их программным обеспечением и периферийным оборудованием, предназначенным для сбора, хранения, обработки и распределения информации. Вычислительная система может содержать лишь один компьютер, ибо начиная с 70-х годов компьютеры стали оснащаться многочисленными внешними устройствами, которые в совокупности действительно составляют систему. В данной книге будем придерживаться следующего определения:

Вычислительная система — совокупность одного и более компьютера или процессора, программного обеспечения и периферийного оборудования, организованная для совместного выполнения информационно-вычислительных процессов.

В первых главах учебника уделяется внимание понятию информации, информационным, информационно-вычислительным и вычислительным системам, включая многомашинные и многопроцессорные, основным классам компьютеров. В последующих главах рассмотрены компоненты информационно-вычислительных систем, а именно: технические средства обработки информации, в том числе компьютеры, программное обеспечение, компьютерные сети и телекоммуникации. В заключительной главе обсуждаются вопросы эффективности и качества вычислительных систем.

Автор будет благодарен всем, кто пришлет свои замечания и предложения о содержании книги по электронному адресу компьютерной редакции издательства или непосредственно на электронный адрес Broido@hotmail.ru.

От издательства

Ваши замечания, предложения, вопросы отправляйте по адресу электронной почты comp@piter.com (издательство «Питер», компьютерная редакция).

Мы будем рады узнать ваше мнение!

На web-сайте издательства <http://www.piter.com> вы найдете подробную информацию о наших книгах.

Часть I
Информатика
и вычислительные
системы

Глава 1 Информация и ее свойства

Современная научно-техническая революция характеризуется гигантским возрастанием социального и экономического значения информационной деятельности как средства обеспечения научной организации, контроля, управления и осуществления общественного производства. Сформировалась и бурно развивается особая, находящаяся на самом острие научно-технического прогресса отрасль народного хозяйства — индустрия информатики, эффективная организация которой все в большей степени обуславливает эффективное функционирование всех прочих отраслей народного хозяйства.

По данным ЮНЕСКО в настоящее время уже более половины занятого населения развитых стран прямо или косвенно принимают участие в процессе производства и распространения информации. Так, по статистическим данным процесс перераспределения трудовых ресурсов из сферы материального производства и обслуживания в информационную сферу хозяйства США привел к тому, что уже сейчас в информационной сфере работает более 60% занятого населения страны. Это свидетельствует о начале перехода развитых стран на качественно новый этап их технического развития, который часто называют «веком информации». Действительно, материальные затраты многих стран на хранение, передачу и обработку информации превышают аналогичные расходы на энергетику.

Академик Б. Н. Наумов еще в 80-х годах писал, что «...индустрия обработки информации играет в настоящее время для промышленно развитых стран ту же роль, которую на этапе индустриализации играла тяжелая промышленность». (Вероятно, сказать более весомо о роли информации в НТП просто невозможно.) «В конце этого (XX-го. — В. Б.) столетия информационные ресурсы станут основным национальным богатством (промышленно развитых стран. — В. Б.), а эффективность их промышленной эксплуатации во все большей степени будет определять экономическую мощь страны в целом». Причем ведущую роль будут играть «активные» национальные ресурсы, то есть та часть ресурсов, которую составляет информация, доступная для автоматизированного поиска, хранения и обработки. В США, например, компьютерная информатика, занимавшая по объему капиталовложений совсем недавно третье место среди отраслей хозяйства

(уступая лишь автомобильной промышленности и нефтепереработке), сейчас вышла на первое место.

Один из наиболее важных этапов развития научно-технического прогресса сегодня — микропроцессорная революция, для которой характерны широкое использование в системах обработки информации персональных компьютеров, микропроцессоров и принципиально новая организация обработки информации — распределенная обработка, максимально приближающая вычислительные ресурсы к пользователю. По возможному влиянию на общество феномен персональных вычислений сравнивают лишь с изобретением книгопечатания. Системы автоматизированного поиска, хранения и обработки информации, центральным звеном которых является компьютер, обычно называют системами обработки данных (СОД), имея в виду, что преобразованию в этих системах подвергается формализованная информация на синтаксическом уровне, то есть данные. Предметом и продуктом труда систем обработки данных является информация.

Важным обстоятельством, обуславливающим необходимость ускоренного развития информационных систем, является ограниченность сырьевых, энергетических, экономических и человеческих ресурсов. Информация, включающая общественно-политические, научные, технические и общекультурные знания, — единственный вид ресурсов, который в ходе поступательного развития человечества не только не истощается, но увеличивается и вместе с тем содействует наиболее рациональному, эффективному использованию всех прочих ресурсов, их сбережению, а в ряде случаев расширению и созданию новых. Иными словами, информация в производственных системах выступает в известных пределах как взаимозаменяемый ресурс по отношению к трудовым, сырьевым, энергетическим и другим видам ресурсов. В зависимости от содержания и качества используемой для управления информации достижение заданной цели возможно различными путями и, соответственно, при различных затратах ресурсов.

Информация с философской точки зрения — мера организации системы. Повышение организованности и упорядоченности за счет привлечения дополнительной или более качественной информации нередко становится более важным фактором развития производства, нежели вовлечение в производство дополнительных объемов труда, сырья, энергии. Это тем более важно, что в первом случае система будет развиваться интенсивно, а во втором, при привлечении дополнительных материальных ресурсов, — экстенсивно. Использование информационных ресурсов повышает качество управления, ведет к интенсификации производства. Следует преодолеть традиционные представления о том, что первостепенное значение придается прежде всего вещественным компонентам производства, и осознать, что информация также является неотъемлемой частью технологического процесса производства. Наступило время, когда информация стала таким же важным производственным ресурсом, как материя и энергия, таким же основным экономическим ресурсом научно-технического потенциала, как технические, трудовые и финансовые ресурсы. По отношению к информации должны быть сформулированы те же показатели и критерии оценки, разработаны такие же приемы и методы управления, что и к прочим ресурсам и элементам процесса производства.

Особенности информации

Слово **информация** (латинское *informatio*) означает разъяснение, осведомление, изложение. Под *информацией* понимаются все те сведения, которые уменьшают степень неопределенности нашего знания о конкретном объекте. С позиции материалистической философии информация есть отражение реального мира; это сведения, которые один реальный объект содержит о другом реальном объекте.

Сама по себе информация может быть отнесена к категории абстрактных понятий типа математических, но ряд ее особенностей приближает ее к материальным объектам. Так, информацию можно получить, записать, удалить, передать; информация не может возникнуть из ничего. Однако при распространении информации проявляется одно ее свойство, которое не присуще материальным объектам: при передаче информации из одной системы в другую количество информации в передающей системе не уменьшится, хотя в принимающей системе оно обычно увеличивается. Если бы информация не обладала этим свойством, то преподаватель, читая лекцию студентам, терял бы информацию и становился неучем.

Итак, информация не материальна, но информация является свойством материи и не может существовать без своего материального носителя — средства переноса информации в пространстве и во времени. Носителем информации может быть как непосредственно наблюдаемый физический объект, так и энергетический субстрат. В последнем случае информация представлена в виде сигналов: световых, звуковых, электрических и т. д. При отображении на носителе информация кодируется, то есть ей ставятся в соответствие форма, цвет, структура и другие параметры элементов носителя.

От выбора носителя и способа кодирования информации при выполнении конкретных информационных процедур во многом зависит эффективность функционирования системы управления. В системе управления информация, как правило, неоднократно изменяет не только свой код, но и тип носителя. Весьма распространенным способом кодирования информации является ее представление в виде последовательности символов определенного алфавита. Читая книгу, мы как раз и воспринимаем информацию, записанную на ее страницах в виде кодовых комбинаций (слов), состоящих из последовательности символов (букв, цифр) принятого алфавита. То же самое можно сказать и относительно информации, сообщаемой в процессе устной речи, обрабатываемой и передаваемой в вычислительных системах и т. п.

Одной из важнейших разновидностей информации является **информация экономическая**; ее отличительная черта — связь с процессами управления коллективами людей, организацией. Экономическая информация сопровождает процессы производства, распределения, обмена и потребления материальных благ и услуг, значительная часть ее связана с общественным производством.

Экономическая информация — совокупность сведений, возникающих в процессе производственно-хозяйственной, коммерческой и финансовой деятельности и ис-

пользуемых для осуществления функций организационно-экономического управления этой деятельностью.

Для экономической информации характерны:

- большой объем;
- многократное повторение циклов получения и обработки;
- временной регламент процедур обработки информации;
- значительный удельный вес телекоммуникационных процедур и логических операций преобразования информации;
- сравнительно несложные расчеты для большинства видов информации.

Совокупность экономической информации любой сложности структурно можно свести к определенному набору минимальных семантических единиц — показателей, обладающих потребительной стоимостью.

Экономический показатель (ЭП) представляет собой контролируемый параметр объекта управления и состоит из наименования и значения. ЭП можно представить следующей формулой:

$$\text{ЭП} = H_n \otimes Z_n,$$

где H_n — наименование показателя, Z_n — значение показателя.

С другой стороны, ЭП — совокупность логически связанных реквизитов, которые в общем случае могут характеризоваться наименованиями и значениями. С точки зрения реляционных моделей баз данных, ЭП — нормализованное отношение, соответствующее требованиям третьей нормальной формы.

Реквизит — логически неделимый элемент показателя, соотносимый с определенным свойством отображаемого информацией объекта или процесса. Реквизит нельзя разделить на более мелкие информационные единицы (буквы, цифры) без потери смысла. Каждый ЭП состоит из одного *реквизита-основания* и одного или нескольких *реквизитов-признаков*. Реквизит-основание характеризует чаще всего количественную сторону объекта или процесса и определяет значение показателя; реквизиты-признаки характеризуют качественную сторону и определяют наименование показателя (идентифицируют показатель).

Итак, каждый ЭП характеризуется набором признаков, необходимых и достаточных для его идентификации. Исследование структуры показателя выявило необходимый минимум идентифицирующих признаков обобщенного показателя:

$$\text{ЭП} = (\Phi, П, О, Е, С, В, У) \otimes Z_n,$$

где Φ — идентификатор способа (как считается); $П$ — идентификатор процесса обработки (что делается с объектом); $О$ — идентификатор объекта (что считается); $Е$ — идентификатор единицы измерения значений показателя; $С$ — идентификатор субъекта управления (кто и где выполняет расчет); $В$ — идентификатор времени (когда выполняется процесс); $У$ — идентификатор функции управления (для чего используется показатель).

В свете идей семиотики (науки о знаковых системах) адекватность информации, соответствие ее содержания образу отображаемого объекта может выражаться в трех формах:

- синтаксической;
- семантической;
- прагматической.

Синтаксическая адекватность связана с воспроизведением формально-структурных характеристик отражения, абстрагировано от смысловых и потребительских (полезностных) параметров. На синтаксическом уровне учитываются:

- тип носителя;
- способ представления информации;
- скорость передачи и обработки информации;
- формат кодов представления информации;
- надежность и точность преобразования информации и т. п.

Информацию, рассматриваемую только с синтаксических позиций, обычно называют **данными**.

Семантическая адекватность выражает аспект соответствия образа, знака и объекта, то есть отношение информации и ее источника. Проявляется семантическая информация только при наличии единства информации (объекта) и пользователя. Семантический аспект имеет в виду учет смыслового содержания информации; на этом уровне анализируются те сведения, которые отражает информация, рассматриваются смысловые связи между кодами представления информации.

Прагматическая адекватность отражает отношение информации и ее потребителя, соответствие информации и цели управления. Проявляются прагматические свойства информации только при наличии единства информации (объекта), пользователя (субъекта) и цели управления. Прагматический аспект рассмотрения информации связан с ценностью, полезностью информации для выработки управленческого решения. С этой точки зрения анализируются потребительские свойства информации.

Три формы адекватности информации соответствуют трем ступеням познания истины: от живого созерцания к абстрактному мышлению и от него к практике — таков диалектический путь познания истины, познания объективной реальности. Первая ступень соответствует восприятию внешних структурных характеристик, то есть синтаксической стороны информации. Вторая ступень обеспечивает формирование понятий и представлений, выявление смысла, содержания информации. Третья ступень непосредственно связана с практическим использованием информации для целей деятельности системы.

Меры информации

В соответствии с тремя формами адекватности выполняется и измерение информации. Терминологически принято говорить о количестве информации и об объеме данных.

Синтаксические меры информации

Объем данных в сообщении измеряется количеством символов (разрядов) принятого алфавита в этом сообщении.

Часто информация кодируется числовыми кодами в той или иной системе счисления. Естественно, что одно и то же количество разрядов в разных системах счисления способно передать разное число состояний отображаемого объекта.

Действительно,

$$N = mn,$$

где N — число всевозможных отображаемых состояний; m — основание системы счисления (разнообразие символов, применяемых в алфавите); n — число разрядов (символов) в сообщении.

Поэтому в различных системах счисления один разряд имеет различный вес, и соответственно, меняется единица измерения данных. Так, в двоичной системе счисления единицей измерения служит **бит** (binary digit, двоичный разряд), в десятичной системе счисления — **дит** (десятичный разряд).

ПРИМЕЧАНИЕ

Сообщение, представленное в двоичной системе как 10111011, имеет объем данных $V_d = 8$ битов. Сообщение 275903, представленное в десятичной системе, имеет объем данных $V_d = 6$ дитов.

В современных компьютерах наряду с минимальной единицей данных — битом, широко используется укрупненная единица измерения **байт**, равная 8 битам.

Определение **количества информации** на синтаксическом уровне невозможно без рассмотрения понятия *неопределенности* состояния (*энтропии*) системы. Действительно, получение информации связано с изменением степени неосведомленности получателя о состоянии системы. До получения информации получатель мог иметь некоторые предварительные (*априорные*) сведения о системе α ; мера неосведомленности о системе — $H(\alpha)$ — и является для него мерой неопределенности состояния системы. После получения некоторого сообщения β получатель приобрел дополнительную информацию $I\beta(\alpha)$, уменьшившую его априорную неосведомленность так, что апостериорная (после получения сообщения β) неопределенность состояния системы стала $H(\alpha/\beta)$. Тогда количество информации $I\beta(\alpha)$ о системе α , полученное в сообщении β , будет определено как

$$I\beta(\alpha) = H(\alpha) - H(\alpha/\beta).$$

Таким образом, количество информации измеряется изменением (уменьшением) неопределенности состояния системы. Если конечная неопределенность $H(\alpha/\beta)$ обратится в нуль, то первоначальное неполное знание заменится полным знанием и количество информации станет равно

$$I\beta(\alpha) = H(\alpha).$$

Иными словами, энтропия системы $H(\alpha)$ может рассматриваться как мера недостающей информации. Энтропия системы $H(\alpha)$, имеющей N возможных состояний, согласно формуле Шеннона равна

$$H(\alpha) = -\sum_{i=1}^N P_i \log P_i,$$

где P_i — вероятность того, что система находится в i -м состоянии.

Для случая, когда все состояния системы равновероятны, то есть $P_i = 1/N$, ее энтропия такова:

$$H(\alpha) = -\sum_{i=1}^N \frac{1}{N} \log \frac{1}{N} = \log N.$$

Рассмотрим пример. По каналу связи передается n -разрядное сообщение, использующее m различных символов, так что количество всевозможных кодовых комбинаций будет $N = mn$. При равновероятном появлении любой кодовой комбинации количество информации в правильном сообщении — формула Хартли:

$$I = \log N = n \log m$$

Если в качестве основания логарифма принять m , то $I = n$. В данном случае количество информации (при условии полного априорного незнания получателем содержания сообщения) будет равно объему данных $I = V_d$.

Для неравновероятных состояний системы всегда

$$I < V_d, \quad V_d = n.$$

Наиболее часто используются двоичные и десятичные логарифмы. Единицами измерения в этих случаях будут соответственно *бит* и *дит*.

Степень информативности сообщения Y определяется отношением количества информации к объему данных, то есть $Y = I/V_d$, причем $0 < Y < 1$. (Y характеризует лаконичность сообщения.)

С увеличением Y уменьшаются объемы работы по преобразованию информации (данных) в системе. Поэтому стремятся к повышению информативности, для чего разрабатываются специальные методы оптимального кодирования информации.

Семантическая мера информации

Синтаксические меры количества информации в общем случае не могут быть непосредственно использованы для измерения смыслового содержания, ибо имеют дело с обезличенной информацией, не выражающей смыслового отношения к объекту. Для измерения смыслового содержания информации, то есть ее количества на семантическом уровне, наибольшее признание получила *тезаурусная мера* информации, предложенная Ю. И. Шнейдером, которая связывает семантические свойства информации со способностью пользователя воспринимать поступившее сообщение. Используется понятие *тезаурус пользователя*.

Тезаурус можно трактовать как совокупность сведений, которыми располагает данная система, пользователь.

В зависимости от соотношений между смысловым содержанием информации — S^* и тезаурусом пользователя — S_n , изменяется количество семантической информации I_c , воспринимаемой пользователем и включаемой им в дальнейшем в свой тезаурус:

- при $S_n \approx 0$ пользователь не воспринимает, не понимает поступающую информацию;
- при $S_n \rightarrow \infty$ пользователь все знает, и поступающая информация ему не нужна.

И в том, и в другом случае $I_c \approx 0$.

Максимальное значение I_c приобретает при согласовании S^* с тезаурусом S_n ($S_n = S_{n\text{opt}}$ — рис. 1.1), когда поступающая информация понятна пользователю и несет ему ранее не известные (отсутствующие в его тезаурусе) сведения.

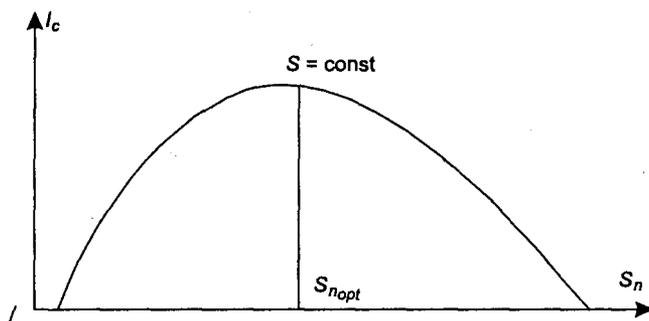


Рис. 1.1. Зависимость $I_c = f(S_n)$

Следовательно количество семантической информации в сообщении, количество новых знаний, получаемых пользователем, является величиной относительной: одно и то же сообщение может иметь смысловое содержание для компетентного пользователя и быть бессмысленным (семантическим шумом) для пользователя некомпетентного. Вместе с тем понятная, но известная компетентному пользователю информация представляет собой для него тоже семантический шум. При разработке информационного обеспечения систем управления следует стремиться к согласованию величин S^* и S_n так, чтобы циркулирующая в системе информация была понятна, доступна для восприятия и обладала наибольшей содержательностью S , то есть $S = I_c / V_d$.

Прагматическая мера информации

Прагматическая мера информации — это полезность информации, ее ценность для пользователя (управления). Эта мера также является величиной относительной, обусловленной особенностями использования информации в той или иной системе управления. Ценность информации целесообразно измерять в тех же самых единицах (или близких к ним), в которых измеряется целевая функция управления системой.

Тогда в системе управления производством, например, ценность информации определяется эффективностью осуществляемого на ее основе экономического управления, или, иначе, приростом экономического эффекта функционирования системы управления, обусловленным прагматическими свойствами информации:

$$I_{\beta_n}(\alpha) = \Pi(\alpha / \beta) - \Pi(\alpha),$$

где

- $I_{\beta_n}(\alpha)$ – ценность информационного сообщения β для системы управления α ;
- $\Pi(\alpha)$ – априорный ожидаемый экономический эффект функционирования системы управления α ;
- $\Pi(\alpha/\beta)$ – ожидаемый эффект функционирования системы α при условии, что для управления будет использована информация, содержащаяся в сообщении β .

Поскольку экономический эффект функционирования системы управления складывается из экономического эффекта решения отдельных функциональных задач, то для вычисления I_n следует определить:

- Z_β – множество задач, для решения которых используется информация β ;
- F – частоту решения каждой задачи за период времени, для которого оценивается экономический эффект;
- R_β – степень влияния информационного сообщения β на *точность решения задачи*, $0 < R < 1$.

Тогда

$$I_{\beta_n}(\alpha) = \Pi(\alpha / \beta) - \Pi(\alpha) = \sum_{j=1}^{Z_\beta} F_j R_{\beta_j} \Pi_j,$$

где Π_j – экономический эффект от решения j -й задачи в системе.

В такой постановке единицей измерения ценности экономической информации является рубль.

Показатели качества информации

Информация в системе управления является и предметом труда, и продуктом труда, поэтому от ее качества существенно зависят эффективность и качество функционирования системы.

Качество информации можно определить как совокупность свойств, обуславливающих возможность ее использования для удовлетворения определенных в соответствии с ее назначением потребностей.

Рекомендуется выделять следующие основные виды показателей качества промышленной продукции:

- показатели *назначения*, характеризующие полезный эффект от использования продукции по назначению и обуславливающие область ее применения;

- показатели *надежности* и *долговечности*, характеризующие одноименные свойства изделий в конкретных условиях их использования;
- показатели *технологичности*, обуславливающие высокую производительность труда при изготовлении и ремонте продукции;
- *эргономические* показатели, учитывающие комплекс физиологических, психологических, антропометрических параметров человека;
- *эстетические* показатели, характеризующие такие свойства продукции, как выразительность, гармоничность, соответствие среде, стилю и т. п.;
- показатели *стандартизации* и *унификации* продукции;
- *патентно-правовые* показатели, характеризующие патентную чистоту изделий и степень его патентной защиты в стране;
- показатели *экономические*, отражающие затраты на разработку, изготовление и эксплуатацию или потребление продукции, а также экономическую эффективность эксплуатации.

Однако информация — весьма своеобразная, не материальная продукция, поэтому применить к ней в полном объеме данные рекомендации невозможно. Анализируя возможность использования названных видов показателей качества, можно сформулировать *систему основных показателей качества* экономической информации.

Возможность и эффективность использования информации для управления обуславливается такими ее потребительскими показателями качества, как *репрезентативность, содержательность, достаточность, доступность, своевременность, устойчивость, точность, достоверность, актуальность* и *ценность*.

Репрезентативность

Репрезентативность — правильность, качественная адекватность отражения заданных свойств объекта. Репрезентативность информации зависит от правильности ее отбора и формирования. Важнейшее значение при этом приобретают: верность концепции, на базе которой сформулировано исходное понятие, отображаемое показателем; обоснованность отбора существенных признаков и связей отображаемого явления; правильность методики измерения и алгоритма формирования экономического показателя. Нарушение репрезентативности информации приводит нередко к существенным ее погрешностям, называемым чаще всего алгоритмическими.

Содержательность

Содержательность информации — это ее удельная семантическая емкость, равная отношению количества семантической информации в сообщении к объему данных, его отображающих, то есть $S = I_c/V_d$. С увеличением содержательности информации растет семантическая пропускная способность информационной системы, так как для передачи одних и тех же сведений требуется преобразовывать меньший объем данных. Наряду с содержательностью можно использовать

и показатель информативности, характеризующийся отношением количества синтаксической информации (по Шеннону) к объему данных — $Y = I/V_d$. Поскольку в правильно организованных системах управления количество семантической информации пропорционально, а часто и равно количеству синтаксической информации в сообщении, то значение S часто может характеризоваться значением Y .

Достаточность

Достаточность (*полнота*) экономической информации означает, что она содержит минимальный, но достаточный для принятия правильного управленческого решения набор экономических показателей. Понятие достаточности информации связано с ее смысловым содержанием (семантикой) и прагматикой. Как неполная, то есть недостаточная для принятия правильного решения, так и избыточная информация снижают эффективность управления; наивысшим качеством обладает именно полная информация.

Доступность

Доступность информации для восприятия при принятии управленческого решения обеспечивается выполнением соответствующих процедур ее получения и преобразования. Так, назначением вычислительной системы является увеличение ценности информации путем согласования ее с тезаурусом пользователя, то есть преобразование ее к доступной и удобной для восприятия пользователем форме.

Актуальность

Актуальность информации — это свойство информации сохранять свою полезность (ценность) для управления во времени. Измеряется актуальность $A(t)$ степенью сохранения начальной ценности информации $Z(t_0)$ в момент времени t ее использования:

$$A(t) = Z(t) / Z(t_0),$$

где $Z(t)$ — ценность информации в момент времени t .

Актуальность зависит от статистических характеристик отображаемого объекта (от динамики изменения этих характеристик) и от интервала времени, прошедшего с момента возникновения данной информации.

Своевременность

Своевременность — это свойство информации, обеспечивающее возможность ее использования в заданный момент времени. Несвоевременная информация приводит к экономическим потерям и в сфере управления, и в сфере производства. Причиной, обуславливающей экономические потери от несвоевременности в сфере управления, является нарушение установленного режима решения функциональных задач, а иногда и их алгоритмов. Это приводит к увеличению стои-

мости решения задач вследствие снижения ритмичности, увеличения простоев и сверхурочных работ и т. п. в сфере материального производства. Потери от несвоевременности информации связаны со снижением качества управленческих решений, принятием решения на базе неполной информации или информации некачественной. Своевременной является такая информация, которая может быть учтена при выработке управленческого решения без нарушения регламента, поступающая в систему управления не позже назначенного момента времени.

Точность

Точность информации — это степень близости отображаемого информацией значения и истинного значения данного параметра. Для экономических показателей, отображаемых цифровым кодом, известны четыре классификационных понятия точности:

- *формальная* точность, измеряемая значением единицы младшего разряда числа, которым показатель представлен;
- *реальная* точность, определяемая значением единицы последнего разряда числа, верность которого гарантируется;
- *достижимая* точность — максимальная точность, которую можно получить в данных конкретных условиях функционирования системы;
- *необходимая* точность, определяемая функциональным назначением показателя и обеспечивающая правильность принимаемого управленческого решения.

Достоверность

Достоверность информации — свойство информации отражать реально существующие объекты с необходимой точностью. Измеряется достоверность информации доверительной вероятностью необходимой точности, то есть вероятностью того, что отображаемое информацией значение параметра отличается от истинного значения этого параметра в пределах необходимой точности.

Наряду с понятием «достоверность информации», существует понятие «*достоверность данных*», то есть информации, рассматриваемой в синтаксическом аспекте. Под достоверностью данных понимается их безошибочность; измеряемая вероятностью появления ошибок в данных. Недостоверность данных может не повлиять на объем данных, а может даже и увеличить его, в отличие от недостоверности информации, всегда уменьшающей ее количество.

Устойчивость

Устойчивость информации — свойство результатной информации реагировать на изменения исходных данных, сохраняя необходимую точность. Устойчивость информации, как и ее репрезентативность, обусловлена в первую очередь методической правильностью ее отбора и формирования.

Ценность

Ценность экономической информации — комплексный показатель ее качества, ее мера на прагматическом уровне. Ценность экономической информации определяется эффективностью осуществляемого на ее основе экономического управления.

Показатели качества информации и функционирование системы управления

Следует отметить, что такие показатели качества информации, как репрезентативность, содержательность, полнота, доступность, устойчивость целиком предопределяются на методическом уровне разработки системы управления. Показатели актуальности, своевременности, точности и достоверности обуславливаются в большей степени также на методическом уровне, однако на их величину существенно влияет и характер функционирования системы, в первую очередь, ее надежность. При этом показатели актуальности и точности жестко связаны с показателями, соответственно, своевременности и достоверности: существенное нарушение первых, приводящее к снижению эффективности функционирования системы, неизбежно вызывает нарушение вторых.

Исследования показывают, что для целевой функции оптимизации функционирования методически правильно спроектированной информационной системы в качестве ограничений, обуславливаемых показателями качества информации, достаточно использовать ограничения только по достаточности, своевременности и достоверности.

Информатика

Объект, подробно рассмотренный нами выше, изучает наука информатика. Но слово информатика неоднозначно, и следует различать информатику — науку, информатику — информационную технологию и информатику — отрасль промышленности. Рассмотрим, что понимается под всеми тремя значениями этого слова.

Наука информатика

Информатика — это наука, изучающая свойства, структуру и функции информационных систем, основы их проектирования, создания, использования и оценки, а также информационные процессы, в них происходящие.

Под информационной системой понимают систему, организующую, хранящую и преобразующую информацию, то есть систему, основным предметом и продуктом труда в которой является информация. Подавляющее большинство современных сложных информационных систем — автоматизированные, в частности, компьютеризированные; по своей природе они *эрготехнические*, в их функцио-

нировании принимают непосредственное участие и люди (*эргатические* элементы), и технические средства.

Информатика тесно связана с кибернетикой, наукой об управлении, но не заменяет ее, а имеет свою область исследования. Кибернетика изучает общие закономерности процессов управления в системах любой природы, абстрагируясь от конкретного вида и их специфики. Информатика же изучает общие свойства только информационных систем и процессов с предварительной их дифференциацией (управленческие, медицинские, обучающие, информационно-поисковые и т. д.).

Появление информатики вызвано осмыслением содержания и значения информации в системах управления, переходом:

- от автоматизации простых (рутинных) операций умственного труда к комплексной автоматизации элементов творческого процесса;
- от компьютерных систем, обрабатывающих информацию на синтаксическом уровне, так называемых систем обработки данных (СОД), к системам обработки знаний (СОЗ), осуществляющим логические выводы, осмысливающим преобразуемую информацию;
- от *баз данных* — хранилищ информационных фактов, связанных структурно между собой заранее, к *базам знаний*, устанавливающим логические связи между фактами применительно к конкретным целям и областям их использования.

Информационные технологии

Информационная технология — система процедур преобразования информации с целью формирования, организации, обработки, распространения и использования информации. Основу современных информационных технологий составляют:

- компьютерная обработка информации по заданным алгоритмам;
- хранение больших объемов информации на машинных носителях;
- передача информации на любое расстояние в ограниченное время.

Можно указать следующие основные отличительные черты современной (часто ее называют новой) информационной технологии.

1. Дружественность по отношению к пользователям программного и аппаратного интерфейса компьютера, разветвленная система меню функций обработки данных и подсказок (пользователь может работать не в режиме программирования, а в режиме манипулирования данными; может *видеть* и *действовать*, а не *знать* и *помнить*).
2. Интерактивный (диалоговый) режим решения задач с широкими возможностями для пользователя оперативно влиять на ход решения.
3. Сквозная информационная поддержка всех этапов преобразования информации с помощью интегрированной базы данных, унифицированных форм представления информации.

4. Возможность коллективного решения задач на основе информационных сетей и систем телекоммуникаций, обеспечивающих всем пользователям оперативный доступ к любым техническим, программным и информационным ресурсам системы.
5. Безбумажная технология, при которой основным носителем информации является не бумажный, а электронный документ, формируемый на машинном носителе (в памяти компьютера) и доводимый до пользователя через экран дисплея.

Технологический процесс преобразования информации в общем случае включает в себя такие процедуры (стадии), как *получение, сбор и регистрация* информации, *передача, хранение, обработка, выдача* обработанной (результатной) информации, *принятие решения для выработки управляющих воздействий*.

На всех стадиях технологического процесса, кроме первой и последней, преобразование информации осуществляется по существу лишь на синтаксическом уровне. Даже на стадии обработки, когда выполняются совокупности арифметических и логических операций над информацией, с формальной точки зрения выполняются операции над данными. Хотя состав и последовательность этих операций (алгоритм преобразования) обусловлены семантическими или прагматическими свойствами информации, после разработки алгоритма реализации от смыслового содержания информации можно абстрагироваться. Таким образом, информация, полученная после анализа состояния объекта управления и внешней (по отношению к системе управления) среды и зафиксированная на носителе для дальнейшего преобразования, становится данными, а результирующие данные в момент их использования (при выработке решения) снова становятся информацией. Поэтому технологический процесс преобразования информации без первой и последней стадий, названных выше, обычно называют *технологическим процессом обработки данных*, а систему, реализующую указанный процесс, — *системой обработки данных*.

Индустрия информатики

Информатика как отдельная отрасль промышленности включает в себя все основные и обеспечивающие предприятия и организации по обработке данных и производству алгоритмов, программ и средств вычислительной техники.

Индустрия информатики — это инфраструктурная отрасль народного хозяйства, обслуживающая другие отрасли материального производства и непромышленной сферы, обеспечивая их необходимыми информационными ресурсами, создающая условия для их эффективного функционирования и развития (своеобразная «*нервная система*» общественного производства).

К основным элементам производственной структуры данной отрасли можно отнести:

- предприятия, производящие вычислительную технику и ее элементы;
- вычислительные центры различного типа и назначения (индивидуальные, кустовые, коллективного пользования и т. д.);

- локальные и подключенные к распределенным вычислительным сетям пункты обработки информации, оснащенные компьютерами (в том числе и АРМ специалистов);
- абонентские пункты систем телеобработки данных и вычислительных сетей;
- системы связи и передачи данных в составе вычислительных сетей;
- предприятия, осуществляющие производство программных средств и проектирование АСУ и информационных систем (в частности, баз данных);
- организации, накапливающие, распространяющие и обслуживающие фонды алгоритмов и программ;
- станции технического обслуживания вычислительной техники.

Вопросы для самопроверки

1. Сформулируйте основные черты современной научно-технической революции.
2. Каковы особенности информационных ресурсов и в чем заключается их исключительная ценность?
3. Дайте развернутую характеристику понятию «информация».
4. Назовите основные особенности и структурные компоненты экономической информации.
5. Поясните синтаксическую, семантическую и прагматическую формы адекватности информации.
6. Назовите и поясните способы измерения данных и информации.
7. В чем различие понятий «количество информации» и «объем данных»?
8. Перечислите показатели качества информации и дайте их краткое пояснение.
9. Сформулируйте сущность информатики как науки, технологии и индустрии.
10. В чем заключаются основные черты современных информационных технологий?

Глава 2 Архитектура информационно- вычислительных систем

Система (от греческого *systema* — целое, составленное из частей соединение) — это совокупность элементов, взаимодействующих друг с другом, образующих определенную целостность, единство. Приведем некоторые понятия, часто используемые для характеристики системы.

1. **Элемент системы** — часть системы, имеющая определенное функциональное назначение. Сложные элементы систем, в свою очередь состоящие из более простых взаимосвязанных элементов, часто называют подсистемами.
2. **Организация системы** — внутренняя упорядоченность, согласованность взаимодействия элементов системы, проявляющаяся, в частности, в ограничении разнообразия состояний элементов в рамках системы.
3. **Структура системы** — состав, порядок и принципы взаимодействия элементов системы, определяющие основные свойства системы. Если отдельные элементы системы разнесены по разным уровням и внутренние связи между элементами организованы только от вышестоящих к нижестоящим уровням и наоборот, то говорят об *иерархической структуре* системы. Чисто иерархические структуры встречаются практически редко, поэтому, расширяя это понятие, под иерархической структурой обычно понимают и такие структуры, где среди прочих связей иерархические связи имеют главенствующее значение.
4. **Архитектура системы** — совокупность свойств системы, существенных для пользователя.
5. **Целостность системы** — принципиальная несводимость свойств системы к сумме свойств отдельных ее элементов (эмерджентность свойств) и, в то же время, зависимость свойств каждого элемента от его места и функции внутри системы.

Информационные системы и их классификация

Системы весьма разнообразны. В самом общем плане все системы можно разделить на:

- материальные системы;
- абстрактные системы.

Материальные системы представляют собой совокупность материальных объектов. Среди материальных систем можно выделить *технические, эргатические и смешанные*. Среди смешанных систем следует отметить подкласс *эргатехнических систем* (систем «человек—машина»), состоящих из человека-оператора (группы операторов) — эргатического элемента и машины (машин) — технического элемента.

Абстрактные системы являются продуктом человеческого мышления — знания, теории, гипотезы.

ПРИМЕЧАНИЕ

Информационные системы относятся к категории материальных, хотя продукт труда в них и нематериален.

Под **информационной системой (ИС)** понимают систему, организующую, хранящую и преобразующую информацию, то есть систему, основным предметом и продуктом труда в которой является информация. Как уже отмечалось выше, большинство современных ИС преобразуют не информацию, а данные. Поэтому часто их называют системами обработки данных. *Систему обработки данных (СОД)* можно определить как комплекс взаимосвязанных методов и средств преобразования данных, необходимых пользователю.

По степени механизации процедур преобразования информации СОД делятся на:

- системы *ручной обработки (СРОД)*;
- *механизированные (МСОД)*;
- *автоматизированные (АСОД)*;
- системы *автоматической обработки данных (САОД)*.

В СРОД все процедуры преобразования данных выполняются вручную человеком, без применения каких-либо технических средств. В МСОД люди для выполнения некоторых процедур преобразования данных используют технические средства. В АСОД некоторые (но не все) совокупности процедур преобразования данных выполняются без участия человека, причем механизмируются не только отдельные процедуры преобразования данных, но и переходы от предыдущей процедуры к последующей — в этом качественное отличие автоматизации от механизации (при механизации переходы между процедурами выполняются вручную). В САОД все процедуры преобразования данных и переходы между ними выполняются автоматически, человек как звено управления отсутствует. В САОД человек может выполнять лишь функции внешнего наблюдения за работой системы.

Из всех вышеперечисленных типов СОД наиболее эффективными в большинстве сложных систем управления являются АСОД, включающие в свой состав компьютеры. В управлении сложными системами главная роль принадлежит человеку; технические средства (и компьютеры) являются его помощниками. Компьютер, например, сам по себе далеко не всемогущ: он действует в соответствии с алгоритмами и программами, составленными для него человеком, а эти программы часто далеко не идеальны. Важнейшими принципами построения эффективных АСОД являются:

- *принцип интеграции*, заключающийся в том, что обрабатываемые данные, однажды введенные в АСОД, многократно используются для решения возможно большего числа задач, чем максимально устраняется дублирование данных и операций их преобразования;
- *принцип системности*, заключающийся в обработке данных в различных разрезах с целью получения информации, необходимой для принятия решений на всех уровнях и во всех функциональных подсистемах управления;
- *принцип комплексности*, подразумевающий механизацию и автоматизацию процедур преобразования данных на всех стадиях техпроцесса АСОД.

Развитые АСОД, имеющие специальное программное обеспечение для анализа семантики информации и гибкой логической ее структуризации, часто называют **системами обработки знаний (СОЗ)**.

Высшее развитие информационные технологии получают в *экспертных системах*, использующих базы знаний и СОЗ с целью оптимизации потоков информации, поиска, оценки и выбора лучшего управленческого решения по заданным критериям, разработки рекомендаций по выбранным решениям.

ИС можно также классифицировать и по другим признакам [16]:

- функциональному назначению:
 - производственные ИС,
 - коммерческие ИС,
 - финансовые ИС,
 - маркетинговые ИС и т. д.;
- объектам управления:
 - ИС автоматизированного проектирования,
 - ИС управления технологическими процессами,
 - ИС управления предприятием (офисом, фирмой, корпорацией, организацией) и т. д.¹
- характеру использования результатной информации:
 - *информационно-поисковые*, предназначенные для сбора, хранения и выдачи информации по запросу пользователя;

¹ Корпоративные ИС предназначены для автоматизации всех функций управления фирмой: от научно-технической и маркетинговой подготовки ее деятельности до реализации ее продукции и услуг.

- *информационно-советующие*, предлагающие пользователю определенные рекомендации для принятия решений (системы поддержки принятия решений);
- *информационно-управляющие*, результатная информация которых непосредственно участвует в формировании управляющих воздействий.

Функциональная и структурная организация информационных систем

Информация непосредственно и неразрывно связана с процессом управления. Самое общее кибернетическое определение управления гласит: **управление есть процесс целенаправленной переработки информации.**

Управление определяется как функция системы, обеспечивающая либо сохранение совокупности ее основных свойств, либо ее развитие в заданном направлении. И в том и в другом случае управление осуществляется *для достижения определенной цели*, вполне конкретной для каждого отдельного объекта управления и связанной с состояниями объекта и среды, в которой он находится. Критерием оптимальности управления, показывающим степень достижения поставленной цели, является целевая функция управления.

Целевая функция управления — это некоторая количественно измеряемая величина, являющаяся функцией входных и выходных переменных, параметров объекта управления и времени.

Место ИС в процессе управления можно пояснить структурной схемой, приведенной на рис. 2.1.

Никакая сколько-нибудь значимая современная ИС не может эффективно выполнять свои функции без вычислительных машин. Поэтому практически все ИС являются одновременно и информационно-вычислительными (ИВС). Анализ содержания и систематизация функций ИВС, управляющей крупным объектом (корпорацией, фирмой), позволили выделить и определить следующие обобщенные функции:

- *вычислительную* — своевременное и качественное выполнение обработки информации во всех интересующих систему управления аспектах;
- *коммуникационную* — обеспечение оперативной передачи информации в заданные пункты;
- *информирующую* — обеспечение быстрого доступа, поиск и выдача необходимой информации всех видов (научной, экономической, финансовой, технической и т. п.);
- *запоминающую* — выполнение непрерывного накопления, систематизации, хранения и обновления всей необходимой информации;
- *следающую* — отслеживание и формирование всей необходимой для управления внешней и внутренней информации;

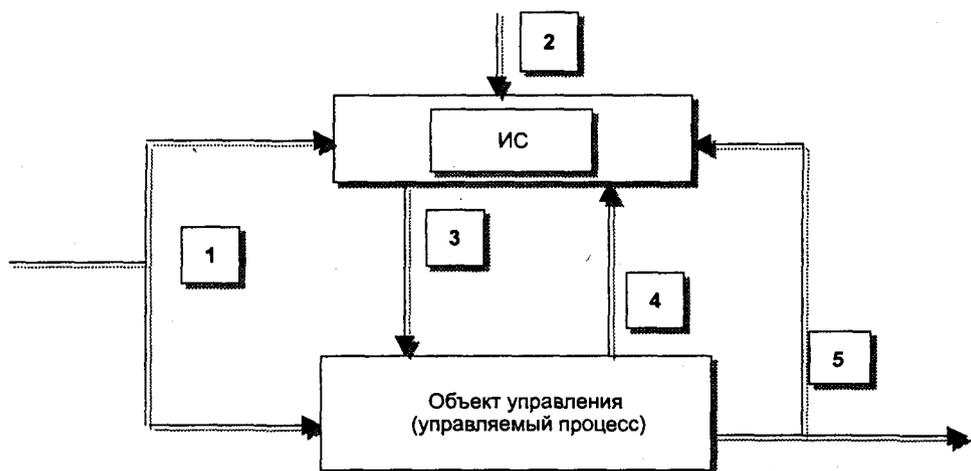


Рис. 2.1. Укрупненная структурная схема процесса управления: 1 — внешние факторы (информация о состоянии рынка, наличных ресурсах, сроках поставок и др.); 2 — регламентирующая информация от вышестоящих органов, в том числе целевая функция управления; 3 — управляющая информация; 4 — информация о состоянии объекта; 5 — информация о результатах деятельности (обратная связь)

- *регулирующую* — осуществление информационно-управляющих воздействий на объект управления при отклонении параметров его функционирования от заданных (запланированных) значений;
- *оптимизирующую* — обеспечение оптимальных плановых расчетов и перерасчетов по мере изменения целей, критериев и условий функционирования объекта;
- *самоорганизующуюся* — гибкое изменение структуры и параметров ИВС для достижения вновь поставленных целей (в том числе для реализации цикла «исследование — разработка — внедрение — производство» с минимальными затратами ресурсов);
- *самосовершенствующуюся* — накопление и анализ опыта с целью обоснованного отбора лучших методов проектирования, производства и управления;
- *исследовательскую* — обеспечение выполнения научных исследований корпоративных проблем, процессов создания новой техники и технологий, формирования тематики целевых программ комплексных научных исследований;
- *прогнозирующую* — выявление основных тенденций, закономерностей и показателей развития объекта и окружающей среды;
- *анализирующую* — определение основных показателей, в том числе и экономических, хозяйственной деятельности объекта;
- *синтезирующую* — обеспечение автоматизированной разработки нормативов технологической, финансовой и хозяйственной деятельности;
- *контролирующую* — автоматизированный контроль качества средств производства, выпускаемой продукции и услуг;

- *диагностическую* — автоматизированные процедуры диагностики состояния объекта управления (в первую очередь технологического оборудования);
- *документирующую* — формирование всех необходимых учетно-расчетных, планово-распорядительных, финансовых и других форм документов.

Для реализации названных функций ИС должна быть достаточно сложной и включать в себя набор подсистем, показанный на рис. 2.2.



Рис. 2.2. Состав основных подсистем ИС

Функциональные подсистемы ИС реализуют и поддерживают модели, методы и алгоритмы получения управляющей информации. Состав функциональных подсистем весьма разнообразен и зависит от предметной области использования ИС, специфики хозяйственной деятельности объекта управления. Каждая из подсистем обеспечивает выполнение комплексов задач и процедур обработки информации, необходимых для эффективного управления объектом. На рис. 2.2 приведен примерный состав этих подсистем для производственных организаций.

1. Подсистема *научно-технической подготовки* производства отвечает за выполнение научно-исследовательских (в том числе и маркетинговых работ), конструкторскую и технологическую подготовку производства.

2. Подсистема *бизнес-планирования* отвечает за технико-экономическое и оперативно-календарное планирование производства, формирует бизнес-план.
3. Подсистема *оперативного управления*, кроме непосредственного управления ходом производства, выполняет также управление материальными потоками, снабжением и сбытом (логистика), учетом затрат на производство (*контролинг*).
4. Подсистема *финансового менеджмента* отвечает за формирование финансового плана и портфеля заказов предприятия, анализ результатов его хозяйственной деятельности.
5. Подсистема *бухгалтерского учета* обеспечивает составление отчетности и учет труда и заработной платы, товарно-материальных ценностей, основных средств, результатов финансовых операций.

В других областях использования ИС акценты могут ставиться на другие задачи. Так, в маркетинговых ИС основное внимание уделяется анализу рынка и прогнозированию объемов продаж, в финансовых системах — финансовому анализу и прогнозированию, управлению кредитно-денежной политикой и т. п.

Состав *обеспечивающих подсистем* более стабилен и мало зависит от предметной области использования ИС.

1. *Информационное обеспечение* представляет собой совокупность реализованных решений по объемам, размещению и формам организации информации, циркулирующей в системе управления. Иными словами, информационное обеспечение — это методы и средства построения информационной базы системы, включающие в себя системы классификации и кодирования информации, унифицированные системы документов, схемы информационных потоков, принципы и методы создания баз данных.
2. *Техническое обеспечение* — комплекс технических средств, задействованных в технологическом процессе преобразования информации в системе. В первую очередь это вычислительные машины, периферийное оборудование, аппаратура и каналы передачи данных.
3. *Программное обеспечение* включает в себя совокупность программ регулярно применения, необходимых для решения функциональных задач, и программ, позволяющих наиболее эффективно использовать вычислительную технику, обеспечивая пользователям наибольшие удобства в работе.
4. *Математическое обеспечение* — совокупность математических методов, моделей и алгоритмов обработки информации, используемых в системе.
5. *Лингвистическое обеспечение* — совокупность языковых средств, используемых в системе с целью повышения качества ее разработки и облегчения общения человека с машиной.

Организационные подсистемы по существу также относятся к обеспечивающим подсистемам, но направлены в первую очередь на обеспечение эффективной работы персонала, и поэтому они могут быть выделены отдельно.

1. *Кадровое обеспечение* — состав специалистов, участвующих в создании и работе системы, штатное расписание и функциональные обязанности.

2. *Эргономическое обеспечение* — совокупность методов и средств, используемых при разработке и функционировании ИС, создающих оптимальные условия для деятельности персонала, для быстрого освоения системы.
3. *Правовое обеспечение* — совокупность правовых норм, регламентирующих создание и функционирование информационной системы, порядок получения, преобразования и использования информации.
4. *Организационное обеспечение* представляет собой комплекс решений, регламентирующих процессы создания и функционирования как системы в целом, так и ее персонала.

ПРИМЕЧАНИЕ

Начинать разработку ИС следует именно с создания организационного обеспечения: экономического обоснования целесообразности системы, состава экономических показателей, определяющих ее деятельность, состава функциональных подсистем, организационной структуры управления, технологических схем преобразования информации, порядка проведения работ и т. д.

Архитектурные особенности вычислительных систем различных классов

Первые компьютеры (автоматические электронные вычислительные машины с программным управлением) были созданы в конце 40-х годов XX века и представляли собой гигантские вычислительные монстры, использовавшиеся только для вычислительной обработки информации. По мере развития компьютеры существенно уменьшились в размерах, но обросли дополнительным оборудованием, необходимым для их эффективного использования. В 70-х годах компьютеры из вычислительных машин сначала превратились в *вычислительные системы*, а затем в *информационно-вычислительные системы*. В табл. 2.1 показана эволюция технологий использования компьютерных систем.

Таблица 2.1. Эволюция компьютерных информационных технологий

Параметр	Этапы развития технологии				
	50-е годы	60-е годы	70-е годы	80-е годы	Настоящее время
Цель использования компьютера (преимущественно)	Научно-технические расчеты	Технические и экономические расчеты	Управление и экономические расчеты	Управление, предоставление информации	Телекоммуникации, информационное обслуживание и управление
Режим работы компьютера	Однопрограммный	Пакетная обработка	Разделение времени	Персональная работа	Сетевая обработка
Интеграция данных	Низкая	Средняя	Высокая	Очень высокая	Сверхвысокая

продолжение ↗

Таблица 2.1 (продолжение)

Параметр	Этапы развития технологии				
	50-е годы	60-е годы	70-е годы	80-е годы	Настоящее время
Расположение пользователя	Машинный зал	Отдельное помещение	Терминальный зал	Рабочий стол	Произвольное мобильное
Тип пользователя	Инженеры-программисты	Профессиональные программисты	Программисты	Пользователи с общей компьютерной подготовкой	Мало обученные пользователи
Тип диалога	Работа за пультом компьютера	Обмен перфоносителями и машинограммами	Интерактивный (через клавиатуру и экран)	Интерактивный с жестким меню	Интерактивный экранного типа «вопрос—ответ»

Как видно из таблицы, в настоящее время основные цели использования компьютеров — информационное обслуживание и управление, сейчас вычислительные машины и системы по существу выполняют функции информационно-вычислительных систем. Рассмотрим более подробно внутреннюю архитектуру вычислительных систем (ВС).

Вычислительная система — это совокупность одного или нескольких компьютеров или процессоров, программного обеспечения и периферийного оборудования, организованная для совместного выполнения информационно-вычислительных процессов. В вычислительной системе компьютер может быть один, но агрегированный с многофункциональным периферийным оборудованием. Стоимость периферийного оборудования часто во много раз превосходит стоимость компьютера. В качестве распространенного примера одномашинной ВС можно привести *систему телеобработки информации*. Но все же классическим вариантом ВС является многомашинный и многопроцессорный варианты.

Первые ВС создавались с целью увеличить быстродействие и надежность работы путем параллельного выполнения вычислительных операций. Как это ни парадоксально, «тормозом» в дальнейшем увеличении быстродействия компьютера является конечная скорость распространения электромагнитных волн — скорость света, равная 300 000 км/с. Время распространения сигнала между элементами ВС может значительно превышать время переключения электронных схем. Поэтому строго последовательная модель выполнения операций, характерная для классической структуры компьютера — структуры фон Неймана — не позволяет существенно повысить быстродействие ВС.

Параллелизм выполнения операций существенно повышает быстродействие системы; он же может также значительно повысить и надежность (при отказе одного компонента системы его функции может взять на себя другой) и достоверность функционирования системы, если операции будут дублироваться, а результаты их выполнения сравниваться или мажоритироваться.

Для современных ВС, за исключением суперкомпьютеров, критерии обоснования их необходимости уже несколько иные — важно само информационное обслужи-

вание пользователей, сервис и качество этого обслуживания. Для суперкомпьютеров, представляющих собой многопроцессорные ВС, важнейшими показателями являются их производительность и надежность.

Укрупненная блок-схема классического компьютера показана на рис. 2.3.

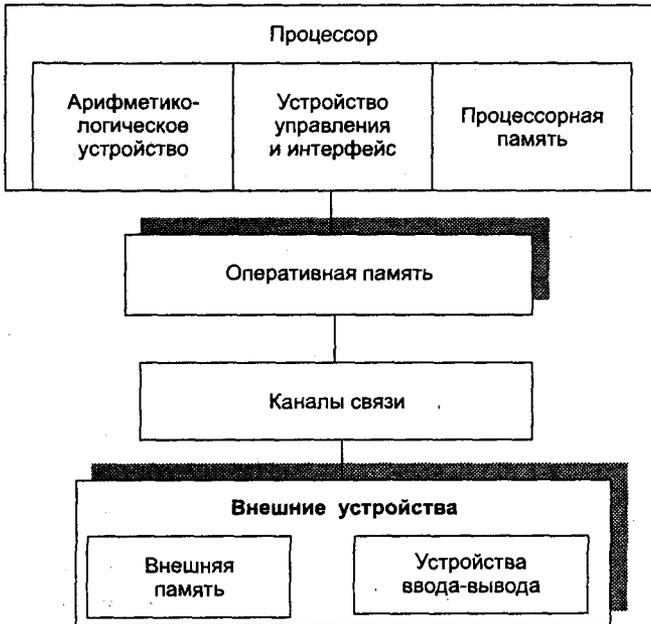


Рис. 2.3. Блок-схема компьютера

1. **Процессор (центральный процессор)** — основной вычислительный блок компьютера, содержит важнейшие функциональные устройства:
 - *устройство управления с интерфейсом процессора (системой сопряжения и связи процессора с другими узлами машины);*
 - *арифметико-логическое устройство;*
 - *процессорную память.*
 Процессор, по существу, является устройством, выполняющим все функции элементарной вычислительной машины.
2. **Оперативная память** — запоминающее устройство, используемое для оперативного хранения и обмена информацией с другими узлами машины.
3. **Каналы связи** (внутримашинный интерфейс) служат для сопряжения центральных узлов машины с ее внешними устройствами;
4. **Внешние устройства** обеспечивают эффективное взаимодействие компьютера с окружающей средой: пользователями, объектами управления, другими машинами. В состав внешних устройств обязательно входят внешняя память и устройства ввода-вывода.

Вычислительная система может строиться на основе целых компьютеров — **многомашинная ВС**, либо отдельных процессоров — **многопроцессорная ВС**.

Вычислительные системы бывают:

- однородные;
- неоднородные.

Однородная ВС строится на основе однотипных компьютеров или процессоров, позволяет использовать стандартные наборы программных средств, типовые протоколы (процедуры) сопряжения устройств. Их организация значительно проще, облегчается обслуживание систем и их модернизация.

Неоднородная ВС включает в свой состав различные типы компьютеров или процессоров. При построении системы приходится учитывать их различные технические и функциональные характеристики, что существенно усложняет создание и обслуживание таких систем.

Вычислительные системы работают:

- в оперативном режиме (*on-line*);
- в неоперативном режиме (*off-line*).

Оперативные системы функционируют в реальном масштабе времени, в них реализуется оперативный режим обмена информацией — ответы на запросы поступают незамедлительно. В *неоперативных* ВС допускается режим «отложенного ответа», когда результаты выполнения запроса можно получить с некоторой задержкой (иногда даже в следующем сеансе работы системы).

Различают ВС с *централизованным* и *децентрализованным* управлением. В первом случае управление выполняет выделенный компьютер или процессор, во втором — эти компоненты равноправны и могут брать управление на себя.

Кроме того, ВС могут быть:

- территориально-сосредоточенными* (все компоненты размещены в непосредственной близости друг от друга);
- распределенными* (компоненты могут располагаться на значительном расстоянии, пример — вычислительные сети);
- структурно одноуровневыми* (имеется лишь один общий уровень обработки данных);
- многоуровневыми* (иерархическими) структурами. В иерархических ВС машины или процессоры распределены по разным уровням обработки информации, некоторые машины (процессоры) могут специализироваться на выполнении определенных функций.

Наконец, как уже указывалось, ВС делятся на:

- одномашинные;
- многомашинные;
- многопроцессорные.

Начнем рассмотрение с одномашинных ВС, точнее — с вычислительных машин.

Основные классы вычислительных машин

Электронная вычислительная машина (ЭВМ), компьютер — комплекс технических средств, предназначенных для автоматической обработки информации в процессе решения вычислительных и информационных задач.

Вычислительные машины могут быть классифицированы по ряду признаков, в частности:

- по принципу действия;
- по этапам создания и элементной базе;
- по назначению;
- по способу организации вычислительного процесса;
- по размеру вычислительной мощности;
- по функциональным возможностям;
- по способности к параллельному выполнению программ и т. д.

По *принципу действия* вычислительные машины делятся на три больших класса (рис. 2.4): аналоговые, цифровые и гибридные.

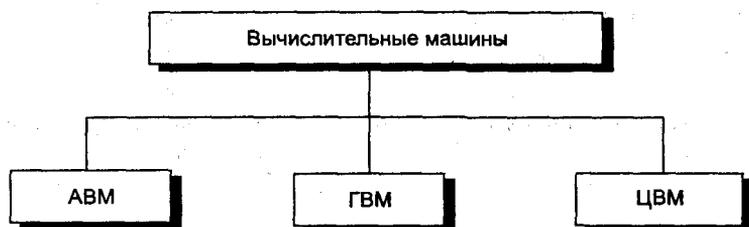


Рис. 2.4. Классификация вычислительных машин по принципу действия

Критерием деления вычислительных машин на эти три класса является форма представления информации, с которой они работают (рис. 2.5).

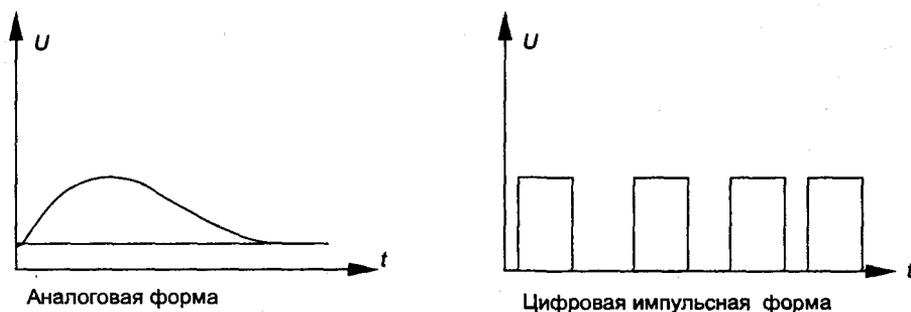


Рис. 2.5. Две формы представления информации в машинах

- *ЦВМ* — *цифровые вычислительные машины*, или вычислительные машины дискретного действия — работают с информацией, представленной в дискретной, а точнее, в цифровой форме.
- *АВМ* — *аналоговые вычислительные машины*, или вычислительные машины непрерывного действия, работают с информацией, представленной в непрерывной (аналоговой) форме, то есть в виде непрерывного ряда значений какой-либо физической величины (чаще всего электрического напряжения).

ПРИМЕЧАНИЕ

АВМ весьма просты и удобны в эксплуатации; программирование задач для решения их на этих машинах, как правило, не трудоемкое. Скорость решения задач изменяется по желанию оператора и может быть сделана сколь угодно большой (больше чем у ЦВМ), но точность решения задач очень низкая (относительная погрешность до 2–5%). На АВМ эффективно решаются математические задачи, содержащие дифференциальные уравнения и не требующие сложной логики.

- *ГВМ* — *гибридные вычислительные машины*, или вычислительные машины комбинированного действия — работают с информацией, представленной и в цифровой, и в аналоговой форме; они совмещают в себе достоинства АВМ и ЦВМ. ГВМ целесообразно использовать для решения задач управления сложными быстродействующими техническими комплексами.

В экономике (да и в науке и технике) получили подавляюще широкое распространение ЦВМ с электрическим представлением дискретной информации — электронные цифровые вычислительные машины, обычно называемые просто *электронными вычислительными машинами* (ЭВМ), без упоминания об их цифровом характере.

По этапам создания и элементной базе компьютеры условно делятся на поколения:

- 1-е поколение, 50-е годы: ЭВМ на электронных вакуумных лампах.
- 2-е поколение, 60-е годы: ЭВМ на дискретных полупроводниковых приборах (транзисторах).
- 3-е поколение, 70-е годы: компьютеры на полупроводниковых интегральных схемах с малой и средней степенью интеграции (сотни—тысячи транзисторов в одном корпусе).

ПРИМЕЧАНИЕ

Интегральная схема — электронная схема специального назначения, выполненная в виде полупроводникового кристалла, объединяющего большое число активных элементов (диодов и транзисторов).

- 4-е поколение, 80–90-е годы: компьютеры на больших и сверхбольших интегральных схемах, основная из которых — микропроцессор (десятки тысяч — миллионы активных элементов на одном кристалле).

ПРИМЕЧАНИЕ

Большие интегральные схемы столь плотно упаковывают активные элементы, что все электронное оборудование компьютера 1-го поколения (монстра, занимавшего зал площадью 100–150 м²) размещается сейчас в одном микропроцессоре площадью 1,5–2 см². Расстояния между активными элементами в сверхбольшой интегральной схеме составляют 0,11–0,15 микрона (для сравнения, толщина человеческого волоса равна нескольким десяткам микронов).

- 5-е поколение, настоящее время: компьютеры с многими десятками параллельно работающих микропроцессоров, позволяющих строить эффективные системы обработки знаний; компьютеры на сверхсложных микропроцессорах с параллельно-векторной структурой, одновременно выполняющих десятки последовательных инструкций программы.
- 6-е и последующие поколения: оптоэлектронные компьютеры с массовым параллелизмом и *нейронной* структурой, с распределенной сетью большого числа (десятки тысяч) несложных микропроцессоров, моделирующих архитектуру нейронных биологических систем.

ПРИМЕЧАНИЕ

Каждое следующее поколение компьютеров имеет по сравнению с ему предшествующим существенно лучшие характеристики. Так, производительность компьютеров и емкость всех запоминающих устройств увеличивается, как правило, больше, чем на порядок.

По назначению компьютеры можно разделить на три группы (рис. 2.6): *универсальные (общего назначения), проблемно-ориентированные и специализированные.*

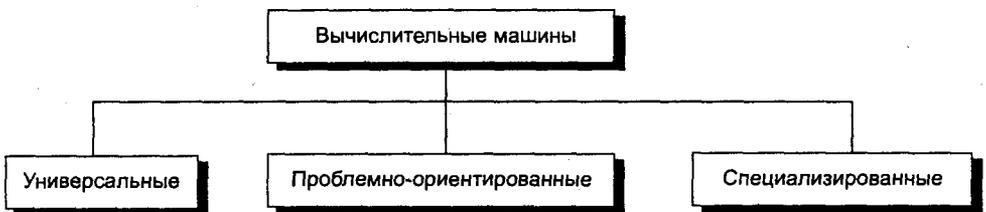


Рис. 2.6. Классификация компьютеров по назначению

Универсальные компьютеры предназначены для решения самых различных инженерно-технических, экономических, математических, информационных и т. д. задач, отличающихся сложностью алгоритмов и большим объемом обрабатываемых данных. Они широко применяются в вычислительных центрах коллективного пользования и в других мощных вычислительных комплексах.

Характерными чертами универсальных компьютеров являются:

- высокая производительность;
- разнообразие форм обрабатываемых данных: двоичных, десятичных, символьных, при большом диапазоне их изменения и высокой точности их представления;

- обширная номенклатура выполняемых операций, как арифметических, логических, так и специальных;
- большая емкость оперативной памяти;
- развитая организация системы ввода-вывода информации, обеспечивающая подключение разнообразных видов внешних устройств.

Проблемно-ориентированные компьютеры предназначены для решения более узкого круга задач, связанных, как правило, с управлением технологическими объектами, с регистрацией, накоплением и обработкой относительно небольших объемов данных, с выполнением расчетов по относительно несложным алгоритмам; они обладают ограниченными по сравнению с универсальными компьютерами аппаратными и программными ресурсами.

Специализированные компьютеры предназначены для решения определенного узкого круга задач или реализации строго определенной группы функций. Такая узкая ориентация компьютеров позволяет четко специализировать их структуру, существенно снизить их сложность и стоимость при сохранении высокой производительности и надежности их работы.

К специализированным компьютерам можно отнести, например, программируемые микропроцессоры специального назначения, адаптеры и контроллеры, выполняющие логические функции управления отдельными несложными техническими устройствами, агрегатами и процессами, устройства согласования и сопряжения работы узлов вычислительных систем.

По *размерам и вычислительной мощности* компьютеры можно разделить (рис. 2.7) на *сверхбольшие* (суперкомпьютеры, суперЭВМ), *большие, малые и сверхмалые* (микрокомпьютеры или микроЭВМ).

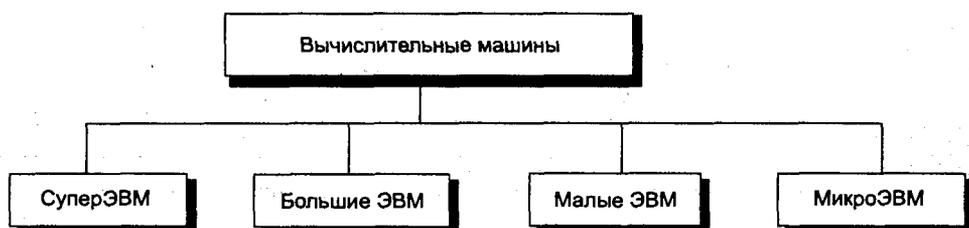


Рис. 2.7. Классификация компьютеров по размерам и вычислительной мощности

Функциональные возможности компьютеров обусловлены такими важнейшими технико-эксплуатационными характеристиками, как:

- быстродействие, измеряемое усредненным количеством операций, выполняемых машиной за единицу времени;
- разрядность и формы представления чисел, которыми оперирует компьютер;
- номенклатура, емкость и быстродействие всех запоминающих устройств;
- номенклатура и технико-экономические характеристики внешних устройств хранения, обмена и ввода-вывода информации;

- типы и пропускная способность устройств связи и сопряжения узлов компьютера между собой (тип внутримашинного интерфейса);
- способность компьютера одновременно работать с несколькими пользователями и выполнять параллельно несколько программ (многозадачность);
- типы и технико-эксплуатационные характеристики операционных систем, используемых в машине;
- наличие и функциональные возможности программного обеспечения;
- способность выполнять программы, написанные для других типов компьютеров (программная совместимость с другими типами компьютеров);
- система и структура машинных команд;
- возможность подключения к каналам связи и к вычислительной сети;
- эксплуатационная надежность компьютера;
- коэффициент полезного использования компьютера во времени, определяемый соотношением времени полезной работы и времени профилактики.

Некоторые сравнительные параметры названных классов современных компьютеров показаны в табл. 2.2.

Таблица 2.2. Сравнительные параметры классов современных компьютеров

Параметры	Класс компьютера			
	Супер-компьютеры	Большие компьютеры	Малые компьютеры	Микро-компьютеры
Производительность (MIPS)	1000–1 000 000	100–10 000	10–1000	10–100
Емкость ОП (Мбайт)	2000–100 000	512–10 000	128–2048	32–512
Емкость внешнего ЗУ (Гбайт)	500–50 000	100–10 000	20–500	10–50
Разрядность (бит)	64–256	64–128	32–128	32–128

ПРИМЕЧАНИЕ

MIPS – миллион операций в секунду над числами с фиксированной запятой.

Исторически первыми появились **большие ЭВМ**, элементная база которых прошла путь от электронных ламп до интегральных схем со сверхвысокой степенью интеграции.

Первая большая ЭВМ ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) была создана в 1946 году. Эта машина весила более 30 тонн, имела быстродействие несколько сотен операций в секунду, оперативную память емкостью 20 чисел, занимала зал площадью около 150 м².

Производительность больших компьютеров оказалась недостаточной для ряда задач (прогнозирование метеообстановки, управления сложными оборонными комплексами, биологических исследований, моделирования экологических систем

и др.). Это явилось предпосылкой для разработки и создания **суперкомпьютеров**, самых мощных вычислительных систем, интенсивно развивающихся и в настоящее время. Появление в 70-х годах **малых компьютеров** обусловлено, с одной стороны, прогрессом в области электронной элементной базы, а с другой — избыточностью ресурсов больших ЭВМ для ряда приложений. Малые компьютеры используются чаще всего для управления технологическими процессами. Они более компактны и существенно дешевле больших компьютеров. Дальнейшие успехи в области элементной базы и архитектурных решений привели к возникновению *супермини-компьютера* — вычислительной машины, относящейся по архитектуре, размерам и стоимости к классу малых компьютеров, но по производительности сравнимой с большой ЭВМ.

Изобретение в 1969 году **микропроцессора** (МП) привело к появлению в 70-х годах еще одного класса компьютеров — **микрокомпьютеров**. Именно наличие МП послужило первоначально определяющим признаком микрокомпьютеров. Сейчас микропроцессоры используются во всех без исключения классах компьютеров.

Рассмотрим кратко современное состояние некоторых классов компьютеров.

Большие компьютеры

Большие компьютеры за рубежом часто называют **мэйнфреймами** (mainframe); к ним относят, как правило, компьютеры, имеющие:

- производительность не менее 100 MIPS (см. с. 92);
- основную память емкостью от 512 до 10 000 Мбайт;
- внешнюю память не менее 100 Гбайт;
- многопользовательский режим работы (обслуживают одновременно от 16 до 1000 пользователей).

Основные направления эффективного применения мэйнфреймов — решение научно-технических задач, работа в вычислительных системах с пакетной обработкой информации, работа с большими базами данных, управление вычислительными сетями и их ресурсами. Последнее направление — использование мэйнфреймов в качестве больших серверов вычислительных сетей — часто отмечается специалистами как наиболее актуальное.

ПРИМЕЧАНИЕ

Мэйнфреймы часто именуются большими серверами (серверами-мэйнфреймами). В принципе это допустимо, но иногда вносит путаницу в терминологию. Дело в том, что серверы — это многопользовательские компьютеры, используемые в вычислительных сетях. Серверы обычно относят к микрокомпьютерам, но по своим характеристикам мощные серверы можно отнести и к малым компьютерам, и даже к мэйнфреймам, а суперсерверы приближаются к суперкомпьютерам. Сервер — это классификационная группа компьютеров, выделяемая по сфере применения компьютеров, а микрокомпьютеры, малые компьютеры, мэйнфреймы, суперкомпьютеры — это классификационные группы компьютеров, выделяемые по размерам и функциональным возможностям.

Родоначальником современных больших компьютеров, по стандартам которых в последние несколько десятилетий развивались машины этого класса в большинстве стран мира, являются машины фирмы **IBM**. Модели IBM 360 и IBM 370 с их архитектурой и программным обеспечением взяты за основу и при создании отечественной системы больших машин ЕС ЭВМ.

Среди лучших разработок мэйнфреймов за рубежом следует в первую очередь отметить американские:

- IBM 3090, IBM 4300 (4331, 4341, 4361, 4381), пришедшие на смену IBM 380 в 1979 году (2-е поколение мэйнфреймов);
- IBM ES/9000, созданные в 1990 году (3-е поколение);
- S/390 и AS/400 (4-е поколение).

Семейство мэйнфреймов IBM ES/9000 (ES — Enterprise System) открывает семейство больших компьютеров, включающее 18 моделей компьютеров, реализованных на основе архитектуры IBM 390:

- младшая модель ES/9221 model 120 имеет основную память емкостью 256 Мбайт, производительность десятки MIPS и 12 каналов ввода-вывода;
- старшая модель ES/9021 model 900 имеет 6 векторных процессоров, основную память емкостью 9 Гбайт, производительность тысячи MIPS и 256 каналов ввода-вывода, использующих волоконно-оптические кабели.

В 1997 году IBM завершила программу трансформации своих больших компьютеров на биполярных микросхемах в малогабаритные мэйнфреймы S/390, использующие КМОП-микросхемы. Семейство S/390 будет включать 14 моделей машин. Характеристики новых моделей по сравнению с характеристиками 3-го поколения мэйнфреймов улучшены примерно в 1,3 раза (объем оперативной памяти примерно удваивается — до 16 Гбайт). В семейство S/390 входят мэйнфреймы от однопроцессорной модели с быстродействием 50 MIPS до 10-процессорной модели с ожидаемым быстродействием 500 MIPS. В настоящее время уже выпускаются модели S/390 на процессорах G4 и G5, S/390 Multiprice 2000. Для повышения производительности и других характеристик систем можно объединять до 32 машин S/390 в кластеры по технологии S/390 Parallel Sysplex (создавая, по существу, суперкомпьютер).

Семейство S/390 широко используется во всех странах мира, в том числе и в Российской Федерации (большую партию машин закупило, например, МПС РФ).

ПРИМЕЧАНИЕ

Более того, учитывая высокую квалификацию наших специалистов, фирма IBM доверила выполнять сборку моделей семейства S/390 на предприятиях РФ.

В 1999 году была анонсирована линейка мэйнфреймов средней производительности AS/400, включающая в свой состав 12 моделей. Максимальная емкость оперативной памяти нового семейства составляет 16 Гбайт, а дисковой памяти — 2,1 Тбайт. В уже выпускаемых моделях AS/400 серий 720, 730 и 740 используется до 12 процессоров PowerPC и Pentium II. В настоящее время «бизнес-компьютеры» AS/400 — самые популярные в мире. Интенсивно закупаются они

и в России банками, государственными структурами и прочими предприятиями. Популярность системы обусловлена хорошим соотношением *производительность—цена*, очень высокой надежностью (вероятность безотказной работы составляет 0,9994), хорошим программным обеспечением.

Распространенными в мире являются и японские компьютеры М 1800 фирмы Fujitsu и Millennium фирмы Amdahl (теперь дочернего предприятия корпорации Fujitsu), а также мэйнфреймы 8/*, 9/*, М2000 и С2000 немецкой фирмы Comparex Information Systems. *Семейство мэйнфреймов* М 1800 фирмы Fujitsu пришло в 1990 году на смену моделям V 780 и включает в себя 5 новых моделей: Model-20, 30, 45, 65, 85; старшие модели Model-45, 65, 85 — многопроцессорные компьютеры, соответственно, с 4, 6 и 8 процессорами; последняя старшая модель имеет основную память емкостью 2 Гбайт и 256 каналов ввода-вывода.

Новое, 4-е поколение мэйнфреймов (преемник машин 3-го поколения Millennium 400 и 500) фирма Amdahl стала производить в 1999 году. Пока выпускаются модели Millennium 700 и 800; первые имеют производительность 685 MIPS, а вторые — 1000 MIPS и содержат по 12 процессоров.

Немецкая фирма Comparex выпускала мэйнфреймы 3-го поколения (сейчас поставляются second hand системы): модели 8/8х, 8/9х, 9/8хх, 9/9хх, 99/ххх, содержащие до 8 процессоров, оперативную память до 8 Гбайт и имеющие производительность от 20 до 385 MIPS. В настоящее время производятся мэйнфреймы 4-го поколения: М2000 и С2000, имеющие производительность, соответственно, до 990 и 870 MIPS, объем оперативной памяти до 8000 и 16 000 Мбайт. Среднее время наработки на отказ у этих систем чрезвычайно большое — 12 лет. По сравнению с машинами 3-го поколения существенно уменьшились габариты (конструктив 1–2 шкафа) и потребляемая мощность (8-процессорная модель М2000 потребляет 50 КВА, а 8-процессорная модель 99/ххх — 171 КВА и требует водяного охлаждения).

На российских предприятиях используется большое количество мэйнфреймов Comparex, в частности, в РАО Газпром, в Главном управлении информационных ресурсов ФАПСИ и т. д.

Зарубежными фирмами *рейтинг мэйнфреймов* определяется по многим показателям, среди них:

- надежность,
- производительность;
- емкость основной и внешней памяти;
- время обращения к основной памяти;
- время доступа и трансфер внешних запоминающих устройств;
- характеристики кэш-памяти;
- количество каналов и эффективность системы ввода-вывода;
- аппаратная и программная совместимость с другими компьютерами;
- поддержка сети и т. д.

Внешний вид типичного мэйнфрейма показан на рис. 2.8.

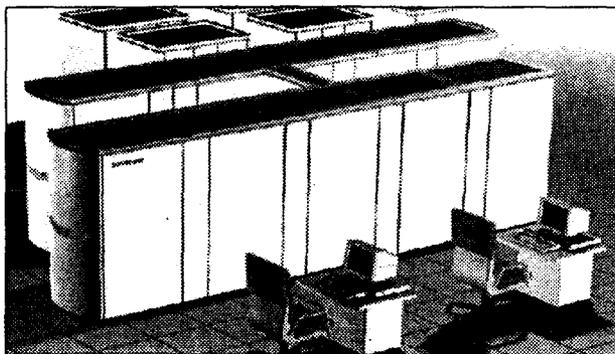


Рис. 2.8. Внешний вид большой вычислительной машины

Достаточно подробное рассмотрение мэйнфреймов в настоящем разделе обусловлено тем, что современному пользователю компьютера, привыкшему к повсеместному засилью ПК, трудно объяснить, что бывает и другая вычислительная техника. По данным экспертов, на мэйнфреймах сейчас находится около 70% «компьютерной» информации; только в США установлены сотни тысяч мэйнфреймов.

Малые компьютеры

Малые компьютеры (миниЭВМ) — надежные, недорогие и удобные в эксплуатации компьютеры, обладающие несколько более низкими по сравнению с мэйнфреймами возможностями. *Миникомпьютеры* (и наиболее мощные из них *суперминикомпьютеры*) обладают следующими характеристиками:

- производительность — до 1000 MIPS;
- емкость основной памяти — до 8000 Мбайт;
- емкость дисковой памяти — до 1000 Гбайт;
- число поддерживаемых пользователей — 16–1024.

Все модели миникомпьютеров разрабатываются на основе микропроцессорных наборов интегральных микросхем, 32, 64 и 128-разрядных микропроцессоров. Основные их особенности:

- широкий диапазон производительности в конкретных условиях применения;
- аппаратная реализация большинства системных функций ввода-вывода информации;
- простая реализация многопроцессорных и многомашинных систем;
- высокая скорость обработки прерываний;
- возможность работы с форматами данных различной длины.

К достоинствам миникомпьютеров можно отнести:

- специфичную архитектуру с большой модульностью;
- лучшее, чем у мэйнфреймов, соотношение производительность—цена;
- повышенную точность вычислений.

Миникомпьютеры ориентированы на использование в качестве управляющих вычислительных комплексов. Традиционная для подобных комплексов широкая номенклатура периферийных устройств дополняется блоками межпроцессорной связи, благодаря чему обеспечивается реализация вычислительных систем с изменяемой структурой. Наряду с использованием миникомпьютеров для управления технологическими процессами, они успешно применяются для вычислений в многопользовательских вычислительных системах, в системах автоматизированного проектирования, в системах моделирования несложных объектов, в системах искусственного интеллекта.

Родоначальником современных миникомпьютеров можно считать компьютеры PDP-11 фирмы DEC (США), они явились прообразом и наших отечественных миниЭВМ — Системы Малых ЭВМ (СМ ЭВМ): СМ 1, 2, 3, 4, 1400, 1700 и т. д. В настоящее время *семейство миникомпьютеров PDP-11* включает большое число моделей, начиная от VAX-11 до VAX-3600; мощные модели миникомпьютеров класса 8000 (VAX-8250, 8820); суперминикомпьютеры класса 9000 (VAX-9410, 9430) и т. д.

Модели VAX обладают широким диапазоном характеристик:

- количество процессоров от 1 до 32;
- производительность от 10 до 1000 MIPS;
- емкость основной памяти — от 512 Мбайт до 2 Гбайт;
- емкость дисковой памяти — от 50 Гбайт до 500 Гбайт;
- число каналов ввода-вывода до 64.

Миникомпьютеры VAX полностью перекрывают весь диапазон характеристик этого класса компьютеров и в подклассе суперминикомпьютеров стирают грань с мэйнфреймами.

Среди прочих миникомпьютеров следует отметить:

- однопроцессорные: IBM 4381, HP 9000;
- многопроцессорные: Wang VS 7320, AT&T 3В 4000;
- суперминикомпьютеры HS 4000, по характеристикам не уступающие мэйнфреймам.

Микрокомпьютеры

Микрокомпьютеры весьма многочисленны и разнообразны. Среди них можно выделить несколько подклассов (рис. 2.9).

- Многопользовательские* микрокомпьютеры — это мощные микрокомпьютеры, оборудованные несколькими видеотерминалами и функционирующие в режиме разделения времени, что позволяет эффективно работать на них сразу нескольким пользователям.
- Персональные* компьютеры — однопользовательские микрокомпьютеры, удовлетворяющие требованиям общедоступности и универсальности применения.

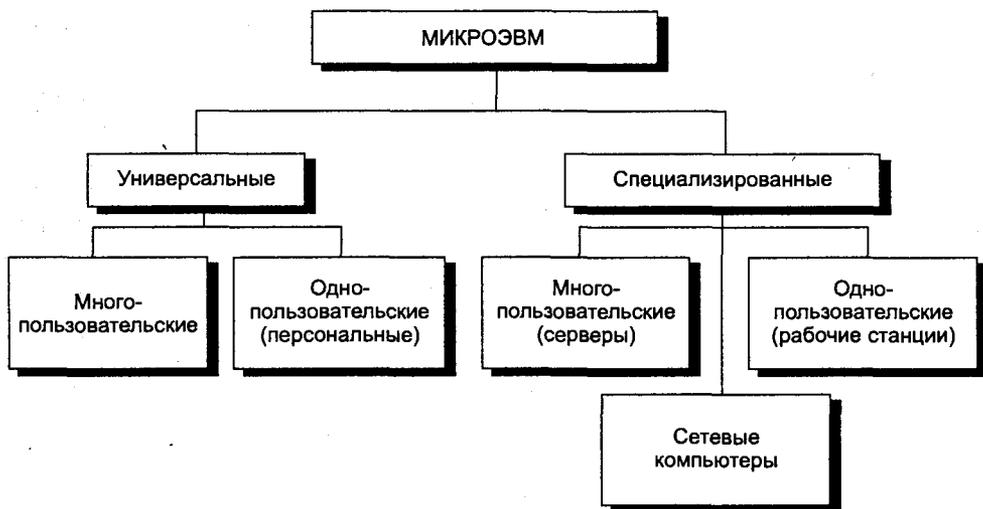


Рис. 2.9. Классификация микрокомпьютеров

- *Рабочие станции* (workstation) представляют собой однопользовательские микрокомпьютеры, часто специализированные для выполнения определенного вида работ (графических, инженерных, издательских и т. д.).
- *Серверы* (server) — многопользовательские мощные микрокомпьютеры в вычислительных сетях, выделенные для обработки запросов от всех рабочих станций сети.
- *Сетевые компьютеры* (network computer) — упрощенные микрокомпьютеры, обеспечивающие работу в сети и доступ к сетевым ресурсам, часто специализированные на выполнение определенного вида работ (защита сети от несанкционированного доступа, организация просмотра сетевых ресурсов, электронной почты и т. д.).

Персональные компьютеры

Персональные компьютеры (ПК) относятся к классу микрокомпьютеров, но ввиду их массовой распространенности заслуживают особого внимания. ПК для удовлетворения требованиям общедоступности и универсальности применения должна обладать такими качествами, как:

- малая стоимость ПК, находящаяся в пределах доступности для индивидуального покупателя;
- автономность эксплуатации без специальных требований к условиям окружающей среды;
- гибкость архитектуры, обеспечивающая ее адаптируемость к разнообразным применениям в сфере управления, науки, образования, в быту;
- *дружественность* операционной системы и прочего программного обеспечения, обуславливающая возможность работы с ней пользователя без специальной профессиональной подготовки;
- высокая надежность работы (более 5000 часов наработки на отказ).

Среди современных ПК в первую очередь следует отметить компьютеры американской фирмы IBM (International Business Machine Corporation):

- IBM PC XT (Personal Computer eXtended Technology);
- IBM PC AT (Personal Computer Advanced Technology) на микропроцессорах (МП) 80286 (16-разрядные);
- IBM PS/2 8030 – PS/2 8080 (PS Personal System, все кроме PS/2 8080 – 16-разрядные, PS/2 8080 – 32-разрядная);
- IBM PC на МП 80386 и 80486 (32-разрядные);
- IBM PC на МП Pentium – Pentium 4 (64-разрядные).

Широко известны персональные компьютеры, выпускаемые американскими фирмами: Apple (компьютеры Macintosh), Compaq Computer, Hewlett–Packard, Dell, DEC (Digital Equipment Corporation), а также фирмами Великобритании: Spectrum, Amstrad; Франции: Micral; Италии: Olivetti; Японии: Toshiba, Matsushita (Panasonic) и Partner.

Наибольшей популярностью в настоящее время пользуются *персональные компьютеры фирмы IBM*, первые модели которых появились в 1981 году, и их аналоги других фирм; существенно уступают по популярности *ПК фирмы Apple (Macintosh)*, занимающие по распространенности 2-е место.

В настоящее время мировой парк компьютеров составляет более четверти миллиарда штук, из них около 90% – это персональные компьютеры (компьютеров типа IBM PC более 80% всех ПК).

Самыми распространенными моделями компьютеров в настоящее время являются IBM PC с микропроцессорами Pentium II, III, 4.

Обобщенные характеристики современных персональных компьютеров IBM PC приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3. Основные усредненные характеристики современных ПК IBM PC

Параметр	Тип микропроцессора					
	80486 DX	Pentium	Pentium Celeron	Pentium II	Pentium III	Pentium 4
Тактовая частота (МГц)	50–100	75–200	330–800	220–500	500–900	1000–2000
Разрядность (битов)	32	64	64	64	64	64
Объем ОЗУ (Мбайт)	4,8,16	8, 16, 32	32, 64, 128	32, 64, 128	64, 128, 256	128, 256, 512
Объем кэш-памяти (Кбайт)	256	256, 512	128 – 1 уровень, 512, 1024	256, 512, 1024	256, 512, 1024	512, 1024, 2048
Емкость НМД (Гбайт)	0,8–2,0	1,0–6,4	4,3–20,0	6,4–20,0	10,0–30,0	20,0–50,0

Отечественная промышленность (страны СНГ) выпускала микрокомпьютеры:

- *Apple-совместимые* — диалоговые вычислительные комплексы ДВК-1–ДВК-4 на основе «Электроника МС-1201»; «Электроника 85», «Электроника 32» и т. п.;
- *IBM PC-совместимые* — ЕС1840–ЕС1842, ЕС1845, ЕС1849, ЕС1861, «Искра 1030», «Истра 4816», «Нейрон И9.66» и т. д.

Персональные компьютеры можно классифицировать по ряду признаков.

По поколениям персональные компьютеры делятся на:

- 1-го поколения: используют 8-битовые микропроцессоры;
- 2-го поколения: используют 16-битовые микропроцессоры;
- 3-го поколения: используют 32-битовые микропроцессоры;
- 4-го поколения: используют 64-битовые микропроцессоры.

Классификация ПК по конструктивным особенностям показана на рис. 2.10.



Рис. 2.10. Классификация ПК по конструктивным особенностям

ПРИМЕЧАНИЕ

Подробно персональные компьютеры рассмотрены в части II книги.

Многомашинные и многопроцессорные ВС

Вычислительные системы могут строиться на основе целых компьютеров или отдельных процессоров. В первом случае ВС будет *многомашинной*, во втором — *многопроцессорной*.

Многомашинная ВС содержит некоторое число компьютеров, информационно взаимодействующих между собой. Машины могут находиться рядом друг с другом, а могут быть удалены друг от друга на некоторое, иногда значительное расстояние (вычислительные сети).

В *многомашинных ВС* каждый компьютер работает под управлением своей операционной системы (ОС). А поскольку обмен информацией между машинами

выполняется под управлением ОС, взаимодействующих друг с другом, динамические характеристики процедур обмена несколько ухудшаются (требуется время на согласование работы самих ОС). Информационное взаимодействие компьютеров в многомашиной ВС может быть организовано на уровне:

- процессоров;
- оперативной памяти (ОП);
- каналов связи.

При непосредственном взаимодействии процессоров друг с другом информационная связь реализуется через регистры процессорной памяти и требует наличия в ОС весьма сложных специальных программ.

Взаимодействие на уровне ОП сводится к программной реализации общего поля оперативной памяти, что несколько проще, но также требует существенной модификации ОС. Под общим полем имеется в виду равнодоступность модулей памяти: все модули памяти доступны всем процессорам и каналам связи.

На уровне каналов связи взаимодействие организуется наиболее просто, и может быть достигнуто внешними по отношению к ОС программами-драйверами, обеспечивающими доступ от каналов связи одной машины к внешним устройствам других (формируется общее поле внешней памяти и общий доступ к устройствам ввода-вывода).

Все вышесказанное иллюстрируется схемой взаимодействия компьютеров в двухмашиной ВС, представленной на рис. 2.11.

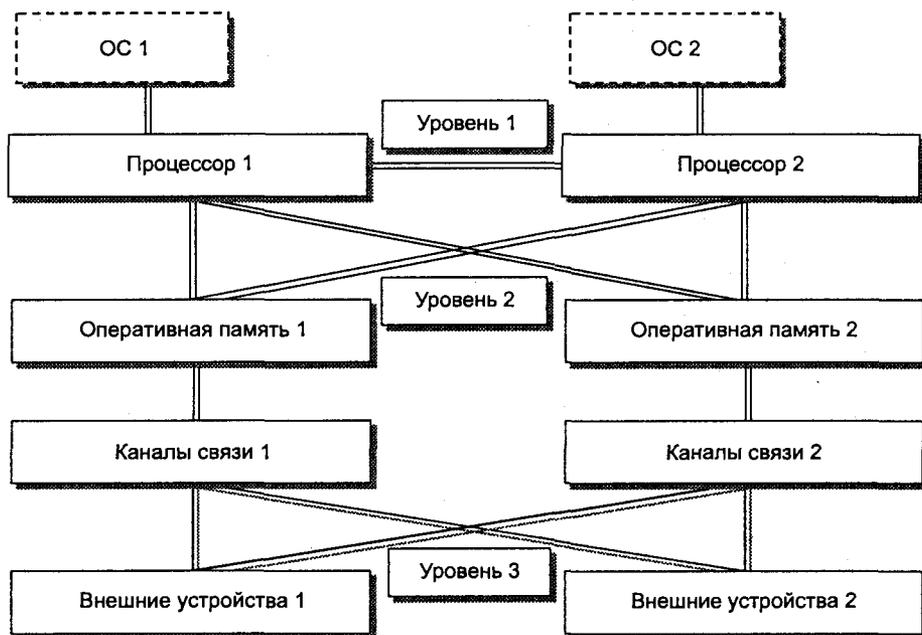


Рис. 2.11. Схема взаимодействия компьютеров в ВС

Ввиду сложности организации информационного взаимодействия на 1-м и 2-м уровнях в большинстве многомашинных ВС используется 3-й уровень, хотя и динамические характеристики (в первую очередь быстродействие), и показатели надежности таких систем существенно ниже.

В **многопроцессорной ВС** имеется несколько процессоров, информационно взаимодействующих между собой либо на уровне регистров процессорной памяти, либо на уровне оперативной памяти. Этот тип взаимодействия принят в большинстве случаев, так как организуется значительно проще и сводится к созданию общего поля оперативной памяти для всех процессоров. Общий доступ к внешней памяти и к устройствам ввода-вывода обеспечивается обычно через каналы ОП. Важным является и то, что многопроцессорная вычислительная система работает под управлением единой операционной системы, общей для всех процессоров. Это существенно улучшает динамические характеристики ВС, но требует наличия специальной, весьма сложной операционной системы.

Схема взаимодействия процессоров в ВС показана на рис. 2.12.

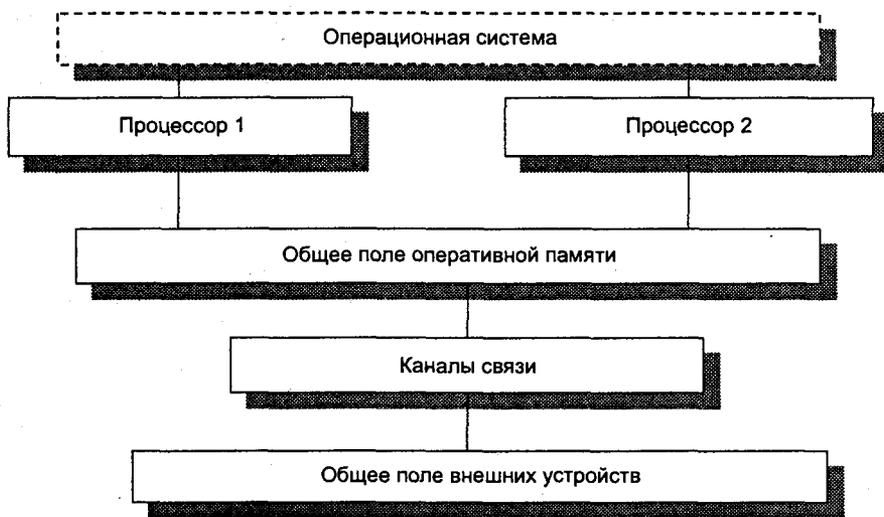


Рис. 2.12. Схема взаимодействия процессоров в ВС

Быстродействие и надежность многопроцессорных ВС по сравнению с многомашинными, взаимодействующими на 3-м уровне, существенно повышаются, во-первых, ввиду ускоренного обмена информацией между процессорами, более быстрого реагирования на ситуации, возникающие в системе, во-вторых, вследствие большей степени резервирования устройств системы (система сохраняет работоспособность, пока работоспособны хотя бы по одному модулю каждого типа устройств).

Типичным примером массовых многомашинных ВС могут служить **компьютерные сети**, примером многопроцессорных ВС — **суперкомпьютеры**.

Суперкомпьютеры и особенности их архитектуры

К суперкомпьютерам относятся мощные многопроцессорные вычислительные машины с быстродействием сотни миллионов — десятки миллиардов операций в секунду.

Типовая модель *суперкомпьютера 2001 года*:

- высокопараллельная многопроцессорная вычислительная система с быстродействием порядка 100 000 MFLOPS (см. с. 92);
- емкость: оперативной памяти 10 Гбайт, дисковой памяти 1–10 Тбайт (1 Тбайт = 1024 Гбайт);
- разрядность 64–128 бит.

В декабре 1996 года фирма Intel объявила о создании суперкомпьютера Sandia, впервые в мире преодолевшего терафлопный барьер быстродействия. За 1 час 40 минут компьютер выполнил 6,4 квадриллиона операций с плавающей запятой. Конфигурация, достигшая производительности 1060 MFLOPS по тесту MP LINPACK, представляла собой 57 стоек, содержащих более 7000 процессоров Pentium Pro с тактовой частотой 200 МГц и оперативную память 454 Гбайт. Окончательный вариант суперкомпьютера имеет производительность 1,4 TFLOPS, включает 86 стоек общей площадью 160 м², 573 Гбайт оперативной и 2250 Гбайт дисковой памяти. Масса компьютера составляет около 45 тонн, а пиковое потребление энергии — 850 кВт.

В 1998 году японская фирма NEC (Nippon Electric Company) Corporation сообщила о создании суперкомпьютеров SX-5 с производительностью 4 TFLOPS, содержащих 512 процессоров и обеспечивающих общую скорость передачи данных 32 Тбайт/с.

Наконец, недавно фирма IBM объявила о разработке нового суперкомпьютера, который будет содержать более миллиона микропроцессоров Pentium III и иметь быстродействие порядка 10¹⁵ операций в секунду.

Создать такие высокопроизводительные компьютеры на одном микропроцессоре (МП) не представляется возможным ввиду ограничения, обусловленного конечным значением скорости распространения электромагнитных волн (300 000 км/с), поскольку время распространения сигнала на расстояние несколько миллиметров (линейный размер стороны МП) при быстродействии 100 миллиардов операций в секунду становится соизмеримым со временем выполнения одной операции. Поэтому суперкомпьютеры создаются в виде высокопараллельных многопроцессорных вычислительных систем (МПВС).

Высокопараллельные МПВС имеют несколько разновидностей.

1. **Магистральные** (конвейерные) МПВС, у которых процессор одновременно выполняет разные операции над последовательным потоком обрабатываемых данных. По принятой классификации такие МПВС относятся к системам

с многократным потоком команд и однократным потоком данных (МКОД или MISD – Multiple Instruction Single Data).

- Векторные МПВС**, у которых все процессоры одновременно выполняют одну команду над различными данными – однократный поток команд с многократным потоком данных (ОКМД или SIMD – Single Instruction Multiple Data).

ПРИМЕЧАНИЕ

Принцип SIMD используется и для повышения производительности микропроцессоров – суперскалярные (векторные) МП Pentium III, Pentium 4, PowerPC и т. д.

- Матричные МПВС**, у которых микропроцессор одновременно выполняет разные операции над последовательными потоками обрабатываемых данных – многократный поток команд с многократным потоком данных (МКМД или MIMD – Multiple Instruction Multiple Data).

Условные структуры однопроцессорной (SISD) и названных многопроцессорных ВС показаны на рис. 2.13.

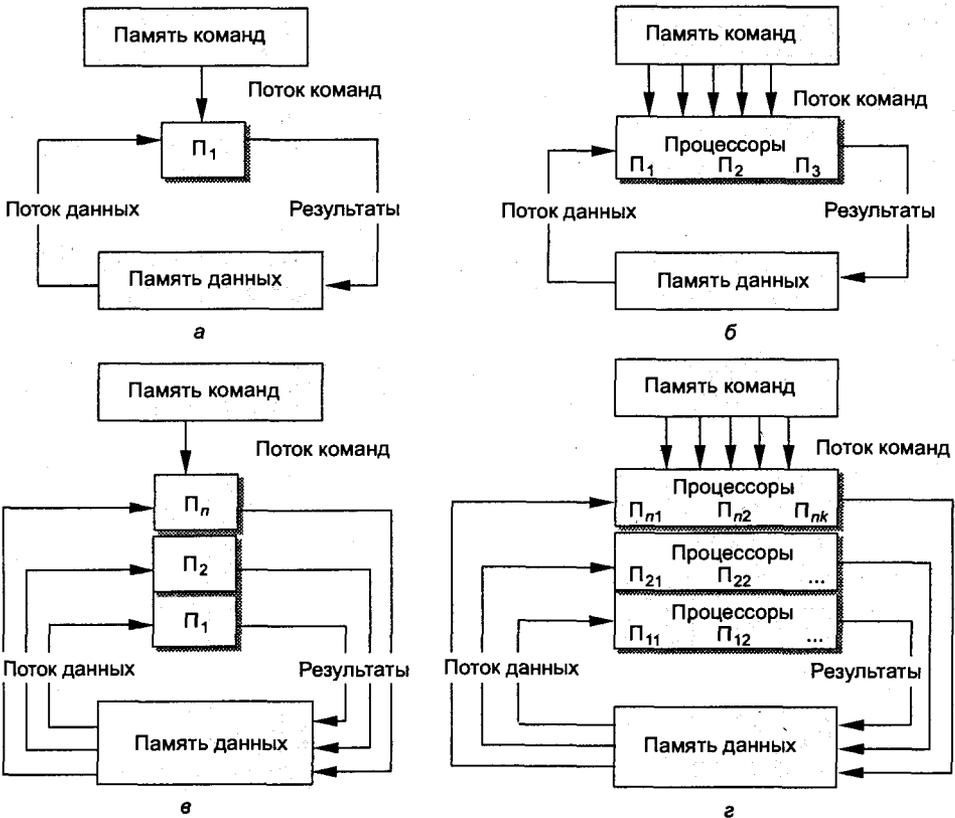


Рис. 2.13. Условные структуры МПВС

В суперкомпьютере используются все три варианта архитектуры МПВС:

- структура MIMD в классическом ее варианте (например, в суперкомпьютере BSP фирмы Burrough);
- параллельно-конвейерная модификация, иначе MMISD, то есть многопроцессорная (Multiple) MISD архитектура (например в суперкомпьютере «Эльбрус 3»);
- параллельно-векторная модификация, иначе MSIMD, то есть многопроцессорная SIMD архитектура (например в суперкомпьютере Cray 2).

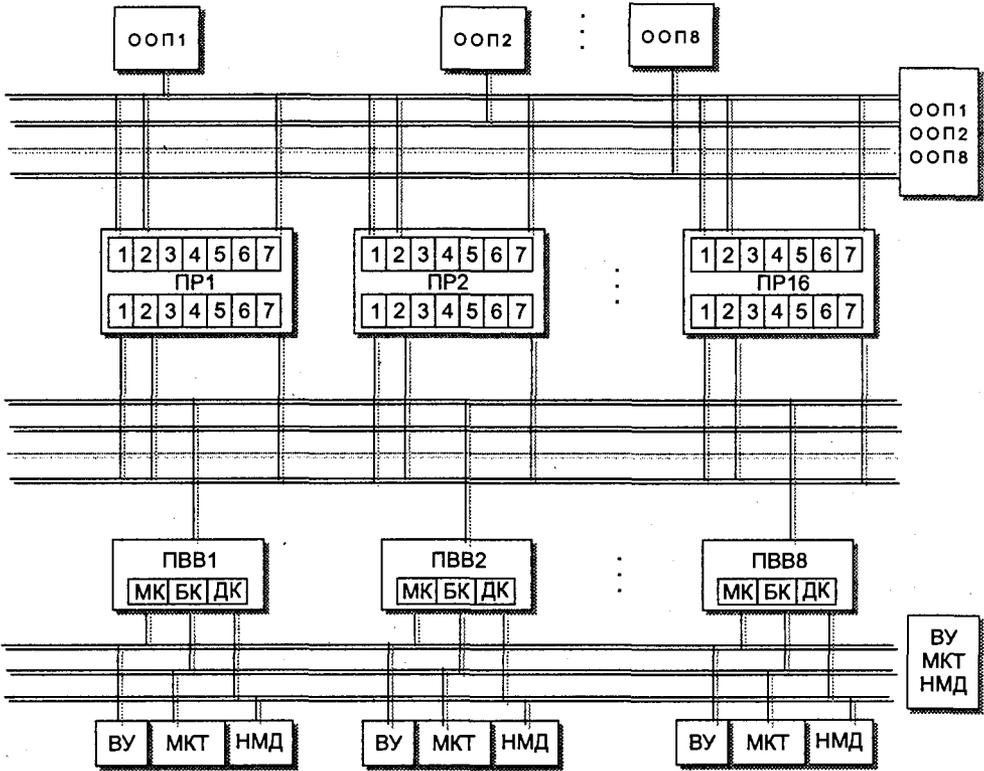
Наибольшую эффективность показала MSIMD архитектура, поэтому в современных суперкомпьютерах чаще всего находит применение именно она (суперкомпьютеры фирм Cray, Fujitsu, NEC, Hitachi и т. д.). Первый суперкомпьютер был задуман в 1960 и создан в 1972 году (машина ILLIAC IV с производительностью 20 MFLOPS); а начиная с 1975 года лидерство в разработке суперкомпьютеров захватила фирма Cray Research, выпустившая Cray 1 с производительностью 160 MFLOPS и объемом оперативной памяти 8 Мбайт, а в 1984 году — Cray 2, в полной мере реализовавший архитектуру MSIMD и ознаменовавший появление нового поколения суперкомпьютеров. Производительность Cray 2 — 2000 MFLOPS, объем оперативной памяти — 2 Гбайт (классическое соотношение, ибо критерий сбалансированности ресурсов компьютера — «каждому MFLOPS производительности процессора должно соответствовать не менее 1 Мбайт оперативной памяти»).

В настоящее время в мире насчитывается несколько тысяч суперкомпьютеров, начиная от простых офисных Cray EL до мощных Cray 3, Cray 4, Cray Y-MP C90 фирмы Cray Research, Cyber 205 фирмы Control Data, SX-3 и SX-X компании NEC, VP 2000 компании Fujitsu (обе фирмы японские), VPP 500 компании Fujitsu Siemens (немецко-японская) и т. д., производительностью несколько десятков тысяч MFLOPS.

Среди лучших суперкомпьютеров можно отметить и отечественные суперкомпьютеры. В сфере производства суперкомпьютеров Россия, пожалуй, впервые, представила собственные оригинальные модели компьютеров (все остальные, включая и ПЭВМ, и малые ЭВМ, и универсальные компьютеры за редким исключением, например ЭВМ «Рута 110», копировали зарубежные решения, и, в первую очередь, разработки фирм США).

В СССР, а позднее в России была разработана и реализуется (сейчас, правда, почти заморожена) государственная программа разработки суперкомпьютеров. В рамках этой программы были спроектированы и выпущены такие суперкомпьютеры, как повторяющая Cray-архитектуру модель «Электроника СС БИС», оригинальные разработки: ЕС 1191, ЕС 1195, ЕС 1191.01, ЕС 1191.10, «Эльбрус».

Разработка новой модели ЕС 1191 с производительностью 1200 MFLOPS из-за нехватки средств отложена на неопределенный срок; офисные варианты ЕС 1195, ЕС 1191.01 имеют производительность соответственно 50 MFLOPS и 500 MFLOPS; практически заморожена и модель ЕС 1191.10 с производительностью 2000 MFLOPS.



Условные обозначения:

ПР — магистральный процессор
 ООП — общая оперативная память

ПВВ — процессор ввода-вывода

МК — медленный канал

НМД — накопители на магнитных дисках

БК — быстрый канал

ДК — дисковый канал

ВУ — внешние устройства

МКТ — модульные комплексы телеобработки

Рис. 2.14. Структурная схема суперкомпьютера «Эльбрус»

На рис. 2.14 приведена структура суперкомпьютера «Эльбрус 3», разработанного в Институте точной механики и вычислительной техники (ИТМ и ВТ, Москва). Характеристики суперкомпьютера «Эльбрус 3»:

- производительность 10 000 MFLOPS;
- разрядность 64 бит (можно работать и с 128-разрядными словами);
- 16 магистральных процессоров по 7 арифметико-логических устройств и 16 Мбайт оперативной памяти в каждом (итого — 256 Мбайт);
- общая оперативная память — 8 блоков по 256 Мбайт (итого — 2048 Мбайт);
- суммарная емкость оперативной памяти $16 \cdot 16 + 8 \cdot 256 = 2304$ (Мбайт);
- 8 процессоров ввода-вывода, каждый из которых имеет:
 - медленный канал;
 - быстрый канал;

- дисковый канал для обмена данными, соответственно, с внешними устройствами, модульными комплексами телеобработки и накопителями на магнитных дисках, часто с дисковыми массивами типа RAID.

Используются операционные системы «Эльбрус» и UNIX, поддерживающие большое число языков программирования: Эль, Фортран, Паскаль, Кобол, Пролог и т. д.

Суперкомпьютер «Эльбрус 3Б» медленно, но продолжает разрабатываться, ожидаемая его производительность — 20 000 MFLOPS. Для суперкомпьютера «Эльбрус» разработан один из первых в мире микропроцессор E2k, имеющий VLIW-архитектуру.

Кластерные суперкомпьютеры

Как уже упоминалось выше, в настоящее время развивается технология построения больших и суперкомпьютеров на базе кластерных решений. По мнению многих специалистов, на смену отдельным, независимым суперкомпьютерам должны прийти группы высокопроизводительных серверов, объединяемых в кластер. Удобство построения кластерных ВС заключается в том, что можно гибко регулировать необходимую производительность системы, подключая к кластеру с помощью специальных аппаратных и программных интерфейсов обычные серийные серверы до тех пор, пока не будет получен суперкомпьютер требуемой мощности. Кластеризация позволяет манипулировать группой серверов как одной системой, упрощая управление и повышая надежность.

Важной особенностью кластеров является обеспечение доступа любого сервера к любому блоку как оперативной, так и дисковой памяти. Эта проблема успешно решается, например, объединением систем SMP-архитектуры на базе автономных серверов для организации общего поля оперативной памяти и использованием дисковых систем RAID для памяти внешней (SMP — Shared Memory multiProcessing, технология мультипроцессирования с разделением памяти).

Программное обеспечение для кластерных систем уже выпускается. Примером может служить компонент Cluster Server операционной системы MS Windows NT/2000 Enterprise. Этот компонент, более известный под кодовым названием Wolfpack, обеспечивает как функции управления кластером, так и функции диагностирования сбоев и восстановления (Wolfpack определяет сбой программы или отказ сервера и автоматически переключает поток вычислений на другие работоспособные серверы).

На конференции Supercomputing 2000 несколько фирм (Dell, Sun Microsystems, IBM) уже продемонстрировали свои достижения в области суперкомпьютерных кластерных технологий (фирма IBM, например, представила модель человеческого сердца, реализованную в кластере серверов RS/6000).

Компания NEC в 2002 году представила созданный в Центре науки и технологии моря в Канагаве, Япония, рекордный по быстродействию кластерный компьютер модели Земли (Earth Stimulator): скорость вычислений 35,86 TFLOPS (35 триллионов операций с плавающей запятой в секунду), пиковая — 40,96 TFLOPS.

Имеется единственный экземпляр этого компьютера, построенный на основе МП 5120 NEC Vector, объединенных в 640 кластеров по 8 процессоров в каждом. Вся система занимает площадь 3250 м² (65×50 м).

Все фирмы отмечают существенное снижение стоимости кластерных систем по сравнению с локальными суперкомпьютерами, обеспечивающими ту же производительность.

Основные достоинства кластерных суперкомпьютерных систем:

- высокая суммарная производительность;
- высокая надежность работы системы;
- наилучшее соотношение производительность—стоимость;
- возможность динамического перераспределения нагрузок между серверами;
- легкая масштабируемость, то есть наращивание вычислительной мощности путем подключения дополнительных серверов;
- удобство управления и контроля работы системы.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое система? Перечислите и кратко определите основные понятия, используемые для характеристики системы.
2. Дайте определение информационной системы.
3. Приведите многоаспектную классификацию информационных систем.
4. Назовите и поясните основные функции информационной системы.
5. Перечислите и поясните основные функциональные и обеспечивающие подсистемы ИС.
6. Что такое вычислительные системы и каковы их разновидности?
7. Назовите основные классы и подклассы вычислительных машин и дайте их сравнительную характеристику.
8. Дайте общую характеристику и определите область использования мэйнфреймов.
9. Дайте общую характеристику и определите область использования малых ЭВМ.
10. Дайте общую характеристику и определите область использования микроЭВМ.
11. Дайте общую характеристику и определите область использования суперЭВМ.
12. В чем особенности архитектуры многомашинных, многопроцессорных ВС и суперкомпьютеров?

Глава 3 Информационно-логические основы построения вычислительных машин

Информационно-логические основы построения вычислительных машин охватывают круг вопросов, связанных с формами и системами представления информации в компьютерах, а также с логико-математическим синтезом вычислительных схем и схемотехникой электронных компонентов компьютера. Поскольку последние вопросы представляют интерес только для специалистов технического профиля, в данном разделе рассмотрены только базовые понятия логического синтеза.

Представление информации в вычислительных машинах

Информация в компьютере кодируется в двоичной или в двоично-десятичной системах счисления.

Система счисления — способ именования и изображения чисел с помощью символов, имеющих определенные количественные значения. В зависимости от способа изображения чисел, системы счисления делятся на:

- позиционные;
- непозиционные.

В *позиционной системе* счисления количественное значение каждой цифры зависит от ее места (позиции) в числе. В *непозиционной системе* счисления цифры не меняют своего количественного значения при изменении их расположения в числе. Количество (P) различных цифр, используемых для изображения числа в позиционной системе счисления, называется основанием системы счисления. Значения цифр лежат в пределах от 0 до $P - 1$.

В общем случае запись любого смешанного числа в системе счисления с основанием P будет представлять собой ряд вида:

$$N = a_{m-1} \cdot P^{m-1} + a_{m-2} \cdot P^{m-2} + \dots + a_k \cdot P^k + \dots + a_1 \cdot P^1 + a_0 \cdot P^0 + \\ + a_{-1} \cdot P^{-1} + a_{-2} \cdot P^{-2} + \dots + a_{-s} \cdot P^{-s}. \quad (1)$$

Нижние индексы определяют местоположение цифры в числе (разряд):

- положительные значения индексов — для целой части числа (m разрядов);
- отрицательные значения — для дробной (s разрядов).

Максимальное целое число, которое может быть представлено в m разрядах:

$$N_{\max} = P^m - 1 \quad (2)$$

Минимальное значащее, не равное 0 число, которое можно записать в s разрядах дробной части:

$$N_{\min} = P^{-s}. \quad (3)$$

Имея в целой части числа m , а в дробной — s разрядов, можно записать всего P^{m+s} разных чисел.

Двоичная система счисления имеет основание $P = 2$ и использует для представления информации всего две цифры: 0 и 1.

Существуют правила перевода чисел из одной системы счисления в другую, основанные, в том числе, и на соотношении (1).

Например, двоичное число 101110,101 равно десятичному числу 46,625.

$$101110,101_{(2)} = 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} + \\ + 0 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3} = 46,625_{(10)}.$$

Практически перевод из двоичной системы в десятичную можно легко выполнить, надписав над каждым разрядом соответствующий ему вес и сложив затем произведения значений соответствующих цифр на их веса.

Двоичное число 01000001₂ равно 65₁₀. Действительно, $64 \cdot 1 + 1 \cdot 1 = 65$.

Вес	128	64	32	16	8	4	2	1
Цифра	0	1	0	0	0	0	0	1

Таким образом, для перевода числа из позиционной системы счисления с любым основанием в десятичную систему счисления можно воспользоваться выражением (1). Обратный перевод из десятичной системы счисления в систему счисления с другим основанием непосредственно по формуле (1) для человека весьма затруднителен, поскольку все арифметические действия, предусмотренные этой формулой, следует выполнять в той системе счисления, в которую число переводится. Обратный перевод выполняется значительно проще, если предварительно преобразовать отдельно целую и дробную части выражения (1) к виду

$$N_{\text{цел}} = (((\dots(a_{m-1} \cdot P + a_{m-2}) \cdot P + \dots + a_2) \cdot P + a_1) \cdot P + a_0), \\ N_{\text{др}} = P^{-1} \cdot (a_{-1} + P^{-1} \cdot (a_{-2} + P^{-1} \cdot (a_{-3} + \dots + P^{-1} \cdot (a_{-s+1} + P^{-1} \cdot a_{-s}) \dots))).$$

Алгоритм перевода числа из десятичной системы счисления в систему счисления с основанием P , основанный на этих выражениях, позволяет оперировать числами в той системе счисления, из которой число переводится, и может быть сформулирован следующим образом.

При переводе смешанного числа следует переводить его целую и дробную части отдельно.

1. Для перевода целой части числа ee , а затем целые части получающихся частных от деления, следует последовательно делить на основание P до тех пор, пока очередная целая часть частного не окажется равной 0. Остатки от деления, записанные последовательно справа налево, образуют целую часть числа в системе счисления с основанием P .
2. Для перевода дробной части числа ee , а затем дробные части получающихся произведений, следует последовательно умножать на основание P до тех пор, пока очередная дробная часть произведения не окажется равной 0 или не будет достигнута нужная точность дроби. Целые части произведений, записанные после запятой последовательно слева направо, образуют дробную часть числа в системе счисления с основанием P .

Рассмотрим перевод смешанного числа из десятичной в двоичную систему счисления на примере числа 46,625. Переводим целую часть числа: $46 : 2 = 23$ (остаток 0). $23 : 2 = 11$ (остаток 1). $11 : 2 = 5$ (остаток 1). $5 : 2 = 2$ (остаток 1). $2 : 2 = 1$ (остаток 0). $1 : 2 = 0$ (остаток 1). Записываем остатки последовательно справа налево — 101110, то есть $46_{10} = 101110_2$. Переводим дробную часть числа: $0,625 \cdot 2 = 1,250$. $0,250 \cdot 2 = 0,500$. $0,500 \cdot 2 = 1,000$. Записываем целые части получающихся произведений после запятой последовательно слева направо — 0,101, то есть: $0,625_{10} = 0,101_2$. Окончательно $46,625_{10} = 101110,101_2$.

Представление чисел с фиксированной и плавающей запятой

В вычислительных машинах применяются две формы представления двоичных чисел:

- *естественная* форма, или форма с *фиксированной запятой* (точкой);
- *нормальная* форма, или форма с *плавающей запятой* (точкой).

В форме представления с *фиксированной запятой* все числа изображаются в виде последовательности цифр с постоянным для всех чисел положением запятой, отделяющей целую часть от дробной.

Например: в десятичной системе счисления имеется 5 разрядов в целой части числа (до запятой) и 5 разрядов в дробной части числа (после запятой); числа, записанные в такую разрядную сетку, имеют вид:

+00721.35500; +00000.000328; -10301.20260.

Эта форма наиболее проста, естественна, но имеет небольшой диапазон представления чисел и поэтому чаще всего не приемлема при вычислениях. Диапазон значащих чисел N в системе счисления с основанием P при наличии m разрядов

в целой части и s разрядов в дробной части числа (без учета знака числа) будет таким:

$$P^{-s} \leq N \leq P^m - P^{-s}.$$

Например, при $P = 2$, $m = 10$ и $s = 6$ числа изменяются в диапазоне $0,015 < N < 1024$. Если в результате операции получится число, выходящее за допустимые пределы, произойдет переполнение разрядной сетки, и дальнейшие вычисления теряют смысл. В современных компьютерах естественная форма представления используется как вспомогательная и только для целых чисел.

В форме представления с плавающей запятой каждое число изображается в виде двух групп цифр. Первая группа цифр называется *мантиссой*, вторая — *порядком*, причем абсолютная величина мантиссы должна быть меньше 1, а порядок должен быть целым числом. В общем виде число в форме с плавающей запятой может быть представлено так:

$$N = \pm M \cdot P^{pr},$$

где M — мантисса числа ($|M| < 1$); r — порядок числа (целое число); P — основание системы счисления.

Например, приведенные ранее числа в нормальной форме запишутся следующим образом: $+0,721355 \cdot 10^3$; $+0,328 \cdot 10^{-3}$; $-0,103012026 \cdot 10^5$.

Нормальная форма представления имеет огромный диапазон отображения чисел и является основной в современных компьютерах. Так, диапазон значащих чисел в системе счисления с основанием P при наличии m разрядов у мантиссы и s разрядов у порядка (без учета знаковых разрядов порядка и мантиссы) будет:

$$P^{-m} \cdot P^{-(P^s-1)} \leq N \leq (1 - P^{-m}) \cdot P^{(P^s-1)}.$$

Приведем пример. При $P = 2$, $m = 22$ и $s = 10$ диапазон чисел простирается примерно от 10^{-300} до 10^{300} . Для сравнения: количество секунд, которые прошли с момента образования планеты Земля, составляет всего 10^{18} .

Следует заметить, что все числа с плавающей запятой хранятся в машине в так называемом нормализованном виде. *Нормализованным* называют такое число, в старшем разряде мантиссы которого стоит единица. У нормализованных двоичных чисел, следовательно, $0,5 \leq |M| < 1$.

Алгебраическое представление двоичных чисел

Знак числа обычно кодируется двоичной цифрой, при этом код 0 означает знак + (плюс), код 1 — знак - (минус). Для алгебраического представления чисел, то есть для представления чисел с учетом их знака, в вычислительных машинах используются специальные коды:

- прямой код числа;
- обратный код числа;
- дополнительный код числа.

При этом два последних кода позволяют заменить неудобную для компьютера операцию вычитания на операцию сложения с отрицательным числом.

Дополнительный код обеспечивает более быстрое выполнение операций, поэтому в компьютере применяется чаще именно он.

1. *Прямой* код числа $N - [N]_{\text{пр}}$. Пусть $N = a_1 a_2 a_3 \dots a_m$.

- если $N > 0$, то $[N]_{\text{пр}} = 0, a_1 a_2 a_3 \dots a_m$;
- если $N < 0$, то $[N]_{\text{пр}} = 1, a_1 a_2 a_3 \dots a_m$;
- если $N = 0$, то имеет место неоднозначность: $[0]_{\text{пр}} = 0,0\dots$ или $= 1;0\dots$

Обобщая результаты, получим:

$$[N]_{\text{пр}} = \begin{cases} N, & \text{если } N \geq 0, \\ 1 - N, & \text{если } N < 0. \end{cases}$$

Если при сложении оба слагаемых имеют одинаковый знак, то операция сложения выполняется обычным путем. Если при сложении слагаемые имеют разные знаки, то сначала необходимо выявить большее по абсолютной величине число, произвести из него вычитание меньшего по абсолютной величине числа и разности присвоить знак большего числа.

Выполнение операций умножения и деления в прямом коде выполняется обычным образом, но знак результата определяется по совпадению или несовпадению знаков участвовавших в операции чисел.

Операцию вычитания в этом коде нельзя заменить операцией сложения с отрицательным числом, поэтому возникают сложности, связанные с заемом значений из старших разрядов уменьшаемого числа. В связи с этим прямой код в компьютере почти не применяется.

2. *Обратный* код числа $N - [N]_{\text{обр}}$.

Обозначение \bar{a} означает величину, обратную a (инверсию a), то есть если $a = 1$, то $\bar{a} = 0$, и наоборот.

- если $N > 0$, то $[N]_{\text{обр}} = [N]_{\text{пр}} = 0, a_1 a_2 a_3 \dots a_m$;
- если $N < 0$, то $[N]_{\text{обр}} = 1, \bar{a}_1 \bar{a}_2 \bar{a}_3 \dots \bar{a}_m$;
- если $N = 0$, то неоднозначность, $[0]_{\text{обр}} = 0,00\dots0$ или $= 1,11\dots1$.

Для того чтобы получить обратный код отрицательного числа, необходимо все цифры этого числа инвертировать, то есть в знаковом разряде поставить 1, во всех значащих разрядах нули заменить единицами, а единицы нулями.

Например, число $N = 0,1011$, $[N]_{\text{обр}} = 0,1011$. Число $N = -0,1011$, $[N]_{\text{обр}} = 1,0100$. В случае, когда $N < 0$, $[N]_{\text{обр}} = 10 - 1 \cdot 10^{-n} + N$, то есть $[N]_{\text{обр}} = 1,1111 + N$.

Обобщая результаты, получим

$$[N]_{\text{обр}} = \begin{cases} N, & \text{если } N \geq 0, \\ 10 - 1 \cdot 10^{-n} + N, & \text{если } N < 0. \end{cases}$$

3. *Дополнительный* код числа $N - [N]_{\text{доп}}$.

- если $N \leq 0$, то $[N]_{\text{доп}} = [N]_{\text{ир}} = 0, a_1 a_2 \dots a_m$;
- если $N \geq 0$, то $[N]_{\text{доп}} = 1, \bar{a}_1 \bar{a}_2 \dots \bar{a}_m + 0,0 0 \dots 1$.

Для того чтобы получить дополнительный код отрицательного числа, необходимо все его цифры инвертировать (в знаковом разряде поставить единицу, во всех значащих разрядах нули заменить единицами, а единицы нулями) и затем к младшему разряду прибавить единицу. В случае возникновения переноса из первого после запятой разряда в знаковый разряд, к числу следует прибавить единицу в младший разряд.

Например, $N = 0,1011$, $[N]_{\text{доп}} = 0,1011$; $N = -0,1100$, $[N]_{\text{доп}} = 1,0100$; $N = -0,0000$; $[N]_{\text{доп}} = 10,0000 = 0,0000$ (1 исчезает). Неоднозначности в изображении 0 нет. Обобщая, можно записать:

$$[N]_{\text{доп}} = \begin{cases} N, & \text{если } N \geq 0, \\ 10 + N, & \text{если } N < 0. \end{cases}$$

СОВЕТ

Эмпирическое правило: для получения дополнительного кода отрицательного числа необходимо все символы этого числа инвертировать, кроме последней (младшей) единицы и тех нулей, которые за ней следуют.

Прочие системы счисления

Кроме рассмотренных выше систем счисления, применяемых внутри компьютера, программисты и пользователи часто используют при работе с компьютерами также двоично-десятичную и шестнадцатеричную системы.

Двоично-десятичная система счисления

Двоично-десятичная система счисления получила большое распространение в современных компьютерах ввиду легкости перевода в десятичную систему и обратно. Она используется там, где основное внимание уделяется не простоте технического построения машины, а удобству работы пользователя. В этой системе счисления все десятичные цифры отдельно кодируются четырьмя двоичными цифрами и в таком виде записываются последовательно друг за другом.

Двоично-десятичная система не экономична с точки зрения реализации технического построения машины (примерно на 20% увеличивается требуемое оборудование), но очень удобна при подготовке задач и при программировании. В двоично-десятичной системе счисления основанием системы счисления является число 10, но каждая десятичная цифра (0, 1, ..., 9) изображается при помощи двоичных цифр, то есть кодируется двоичными цифрами. Для представления одной десятичной цифры используются четыре двоичных. Здесь имеется, конечно, избыточность, поскольку 4 двоичных цифры (или двоичная тетрада) могут изобразить не 10, а 16 чисел, но это уже издержки производства в угоду удобству программирования. Существует целый ряд двоично-кодированных десятичных систем представления чисел, отличающихся тем, что определенным сочетаниям

нулей и единиц внутри одной тетрады поставлены в соответствие те или иные значения десятичных цифр¹.

В наиболее часто используемой естественной двоично-кодированной десятичной системе счисления веса двоичных разрядов внутри тетрады естественны, то есть 8, 4, 2, 1 (табл. 3.1).

Таблица 3.1. Таблица двоичных кодов десятичных и шестнадцатеричных цифр

Цифра	Код	Цифра	Код
0	0000	8	1000
1	0001	9	1001
2	0010	A	1010
3	0011	B	1011
4	0100	C	1100
5	0101	D	1101
6	0110	E	1110
7	0111	F	1111

Например, десятичное число 9703 в двоично-десятичной системе выглядит так: 1001011100000011.

Шестнадцатеричная система счисления

При программировании иногда используется *шестнадцатеричная система счисления*, перевод чисел из которой в двоичную систему счисления весьма прост — он выполняется поразрядно (аналогично переводу из двоично-десятичной системы). Для изображения цифр, больших 9, в шестнадцатеричной системе счисления применяются буквы A = 10, B = 11, C = 12, D = 13, E = 14, F = 15.

Например, шестнадцатеричное число F17B в двоичной системе выглядит так: 1111000101111011.

Выполнение арифметических операций в компьютере

Правила выполнения арифметических операций в двоичной системе счисления аналогичны правилам операций в десятичной системе счисления.

Сложение	101110	Вычитание	101110
	+		-
	001011		001011
Результат	111001	Результат	100011

¹ Различные более хитрые способы кодирования десятичных цифр внутри тетрады обусловлены избыточностью кодирования и применяются для автоматического обнаружения ошибок и сбоев в вычислениях.

Умножение	101101 × 101 101101 000000 101101	Деление	101101 01 010 0101
Результат (произведение)	11100001	Результат (частное)	1001

Особенности выполнения операций над числами с плавающей запятой

Следует кратко остановиться на выполнении операции над числами с плавающей запятой (точкой). При *сложении (вычитании)* чисел с одинаковыми порядками их мантиссы складываются (вычитаются), а результату присваивается порядок, общий для исходных чисел. Если порядки исходных чисел разные, то сначала эти порядки выравниваются (число с меньшим порядком приводится к числу с большим порядком), затем выполняется операция сложения (вычитания) порядков. Если при выполнении операции сложения мантисс возникает переполнение, то сумма мантисс сдвигается вправо на один разряд, а порядок суммы увеличивается на 1.

При *умножении* чисел с плавающей запятой их мантиссы перемножаются, а порядки складываются.

При *делении* чисел с плавающей запятой мантисса делимого делится на мантиссу делителя, а для получения порядка частного из порядка делимого вычитается порядок делителя. При этом если мантисса делимого больше мантиссы делителя, то мантисса частного окажется больше 1 (происходит переполнение) и ее следует сдвинуть на один разряд вправо, одновременно увеличив на единицу порядок частного.

Выполнение арифметических операций над числами, представленными в дополнительных кодах

При выполнении арифметических операций в компьютере обычно применяются не простые, а *модифицированные* коды. Модифицированный код отличается от простого использованием для изображения знака числа двух разрядов. Второй знаковый разряд служит для автоматического обнаружения ситуации переполнения разрядной сетки: при отсутствии переполнения оба знаковых разряда должны иметь одинаковые цифры (нули или единицы), а при переполнении разрядной сетки цифры в них будут разные. При переполнении результат сдвигается вправо на один разряд.

Сложение производится по обычным правилам сложения двоичных чисел: единица переноса, возникающая из старшего знакового разряда, просто отбрасывается.

Примеры сложения (запятая условно отделяет знаковый разряд от самого числа):

□ $X = -1101$; $Y = 1001$. Результат сложения: $11,0011 + 00,1001 = 11,1100$ (или -0100);

□ $X = 1101$; $Y = 1001$. Результат сложения: $00,1101 + 00,1001 = 01,0110$ (переполнение, после сдвига вправо получим $00,10110$, или $+10110$);

- $X = 1101; Y = -1001$. Результат сложения: $00,1101 + 11,0111 = 100,0100$ (или $00,0100$);
- $X = -1101; Y = -1001$. Результат сложения: $11,0011 + 11,0111 = 10,1010$ (переполнение, после сдвига вправо получим $11,01010$, или -10110).

Умножение чисел в дополнительных кодах осуществляется по обычным правилам умножения двоичных чисел. Единственной особенностью является то, что если сомножитель является отрицательным (знаковые разряды равны 11), то перед началом умножения следует приписать к нему слева столько единиц, сколько значащих разрядов присутствуют у другого сомножителя справа от запятой. Результат (произведение) всегда получаем в дополнительном коде.

ПРИМЕЧАНИЕ

Добавление единиц слева перед отрицательным числом не изменяет его величины, так как перед положительным числом можно написать сколь угодно нулей, не изменяя величины числа; наоборот, перед отрицательным числом (в дополнительном или обратном кодах) добавление лишних нулей недопустимо.

Примеры операции умножения.

$$X = 00,111 \cdot 00,101 = 00,100011$$

$$\begin{array}{r} 00,111 \\ \times 00,101 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 00111 \\ 00000 \\ 00111 \\ 00000 \\ 00000 \\ \hline 00100011 \end{array}$$

$$X = 00,111 \cdot 11111,011 = 11,011101$$

$$\begin{array}{r} 00,111 \\ \times 11111,011 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 00111 \\ 00111 \\ 00000 \\ 00111 \\ 00111 \\ 00111 \\ 00111 \\ 00111 \\ \hline 0011011,010101 \rightarrow 11,011101 \end{array}$$

$$X = 11111,001 \cdot 00,101 = 11,011101$$

$$\begin{array}{r} 11111,001 \\ * 00,101 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11111001 \\ 00000000 \\ 11111001 \\ 00000000 \\ 00000000 \\ \hline 001011,011101 \rightarrow 11,011101 \end{array}$$

$$X = 11111,001 \cdot 11111,011 = 00,100011$$

$$\begin{array}{r} 11111,001 \\ * 11111,011 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11111001 \\ 11111001 \\ 00000000 \\ 11111001 \\ 11111001 \\ 11111001 \\ 11111001 \\ 11111001 \\ \hline 1111010000,100011 \rightarrow 00,100011 \end{array}$$

Особенности выполнения операций в обратных кодах

Обратные коды следует складывать как обычные двоичные числа, поступая со знаковыми разрядами, как с обычными разрядами, а если возникает единица переноса из знакового разряда, ее следует прибавить к младшему разряду суммы кодов. Последнее обстоятельство (возможное добавление 1 в младший разряд) увеличивает время выполнения операций в обратных кодах, поэтому в компьютере чаще используются дополнительные коды.

Выполнение арифметических операций в шестнадцатеричной системе счисления

Арифметические операции в шестнадцатеричной системе в машине не выполняются. Операции сложения и вычитания иногда приходится выполнять при программировании, например при вычислении полных адресов ячеек памяти (при сложении и вычитании адресов сегмента, базы, индекса, смещения). Правила их выполнения обычные для позиционной системы счисления.

Примеры операции сложения.

A58	5BAC	67851
+ 34C	+ 2A45	+ BEFA
= DA4	= 85F1	= 7384B

Особенности представления информации в ПК

Числовая информация внутри ПК кодируется в двоичной или в двоично-десятичной системах счисления; при вводе и выводе любой информации используются специальные коды представления информации — коды ASCII, эти же коды применяются для кодирования буквенной и символьной информации и внутри ПК.

Для удобства работы введены следующие термины для обозначения совокупностей двоичных разрядов (см. табл. 3.2). Эти термины обычно используются в качестве единиц измерения объемов информации, хранимой или обрабатываемой в компьютере.

Таблица 3.2. Двоичные совокупности

Количество двоичных разрядов в группе	Наименование единицы измерения
1	Бит
8	Байт
16	Параграф
$8 \cdot 1024$	Кбайт (килобайт)
$8 \cdot 1024^2$	Мбайт (мегабайт)

Таблица 3.2 (продолжение)

Количество двоичных разрядов в группе	Наименование единицы измерения
$8 \cdot 1024^3$	Гбайт (гигабайт)
$8 \cdot 1024^4$	Тбайт (терабайт)
$8 \cdot 1024^5$	Пбайт (пентабайт)

Последовательность нескольких битов или байтов часто называют *полем данных*. Биты в числе (в слове, поле и т. п.) нумеруются справа налево, начиная с 0-го разряда. В ПК могут обрабатываться поля *постоянной* и *переменной* длины.

Поля постоянной длины:

- слово — 2 байта;
- двойное слово — 4 байта;
- полуслово — 1 байт;
- расширенное слово — 8 байтов.

Числа с фиксированной запятой чаще всего имеют формат слова и полуслова; числа с плавающей запятой — формат двойного и расширенного слова (математические сопроцессоры IBM PC могут работать с 10-байтными словами).

Поля переменной длины могут иметь любой размер от 0 до 255 байтов, но обязательно равный целому числу байтов.

ПРИМЕР

Структурно запись двоичного числа $-11000001_{(2)}$, равного десятичному $-193_{(10)}$ в разрядной сетке ПК, выглядит следующим образом (рис. 3.1, 3.2).

Разряд	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Число	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
	Знак числа	Абсолютная величина числа														

Рис. 3.1. Число с фиксированной запятой формата слово со знаком

Разряд	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	...	1	0	
Число	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	...	0	0	
	Знак числа	Порядок							Мантисса												

Рис. 3.2. Число с плавающей запятой формата двойное слово

Двоично-кодированные десятичные числа могут быть представлены в ПК полями переменной длины в так называемых упакованном (рис. 3.3) и распакованном форматах. В упакованном формате для каждой десятичной цифры отводит-

ся по 4 двоичных разряда (полбайта), при этом знак числа кодируется в крайнем правом полубайте числа (1100 – знак «+» и 1101 – знак «-»).

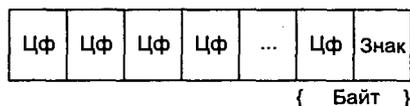


Рис. 3.3. Структура поля упакованного формата

Здесь и далее: Цф – цифра, Знак – знак числа. Упакованный формат используется в ПК обычно при выполнении операций сложения и вычитания двоично-десятичных чисел.

В распакованном формате (рис. 3.4) для каждой десятичной цифры выделяется по целому байту, при этом старшие полубайты (зона) каждого байта (кроме самого младшего) в ПК заполняются кодом 0011 (в соответствии с ASCII-кодом), а в младших (левых) полубайтах обычным образом кодируются десятичные цифры. Старший полубайт (зона) самого младшего (правого) байта используется для кодирования знака числа.

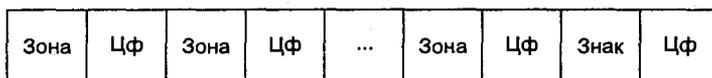


Рис. 3.4. Структура поля распакованного формата

Распакованный формат используется в ПК при вводе-выводе информации, а также при выполнении операций умножения и деления двоично-десятичных чисел. Например, число $-193_{(10)} = -000110010011_{(2-10)}$ в ПК будет представлено:

□ в упакованном формате

0001	1001	0011	1101
------	------	------	------

□ в распакованном формате

0011	0001	0011	1001	1101	0011
------	------	------	------	------	------

Код ASCII (American Standard Code for Information Interchange – американский стандартный код для обмена информацией) имеет основной стандарт и его расширение (рис. 3.5). Основной стандарт для кодирования символов использует шестнадцатеричные коды 00–7F, расширение стандарта – 80–FF.

Основной стандарт является международным и применяется для кодирования управляющих символов, цифр, знаков пунктуации, букв латинского алфавита и других символов; в расширении стандарта кодируются символы псевдографики и буквы национального алфавита (естественно, в разных странах разные). Пользоваться таблицей достаточно просто. Следует приписать шестнадцатеричную цифру номера строки справа к шестнадцатеричной цифре номера столбца. Так получится шестнадцатеричный код символа.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0		▶		0	@	P	'	P	A	P	a	█	L	Ц	P	≡
1	☺	◀	!	1	A	Q	a	q	Б	С	б	█	⊥	Т	С	+
2		↕	"	2	B	R	b	r	В	Т	в	█	t	П	т	≥
3		||	#	3	C	S	c	s	Г	У	г	|		Ц	у	≤
4		π	\$	4	D	T	d	t	Д	Ф	д	|	-	t	Ф	Г
5	↓		%	5	E	U	e	u	Е	Х	е	|	†	F	X	J
6		■	&	6	F	V	f	v	Ж	ц	ж	|	‡	П	ц	÷
7	'	↕	'	7	G	W	g	w	З	Ч	з	||	‡	‡	ч	≈
8	☐	↑	(	8	H	X	h	x	И	Ш	и	‡	‡	‡	ш	°
9		↓	)	9	I	Y	i	y	Й	Щ	й	‡	‡	‡	щ	'
A		→	*	:	J	Z	j	z	К	Ъ	к	||	≠	Г	ъ	.
B	♂	←	+	:	K	[	k	{	Л	Ы	л	‡	‡	█	ы	√
C	♀	└	,	<	L	\	|	:	М	Ь	м	‡	‡	█	ь	π
D	♪	↔	-	=	M	]	m	}	Н	Э	н		=	|	э	²
E		▲	'	>	N	^	n	~	О	Ю	о	└	‡	|	ю	■
F	☸	▼	/	?	O	_	o	Δ	П	Я	п	└	‡	█	я	

Рис. 3.5. Таблица кодов ASCII¹**ПРИМЕЧАНИЕ**

Любой символ, представленный в таблице на рис. 3.5, при работе в DOS может быть введен в ПК с клавиатуры набором его десятичного кода (соответствующего шестнадцатеричному ASCII-коду) на малой цифровой клавиатуре при нажатой клавише Alt.

Наряду с кодом ASCII в ВС, в частности в сети Интернет, используется общий для всех стран мира универсальный код — Unicode. Этот код основан на паре байтов — машинном слове. Шестнадцати битов хватает для отображения 65 535 знаков. Такого количества достаточно для всех существующих алфавитов (то есть алфавиты большинства стран мира размещаются в основном стандарте этого кода).

¹ Кодировка непечатаемых (управляющих) символов зависит от используемого текстового редактора.

Логические основы построения вычислительной машины

Несколько слов о физических формах представления информации в компьютерах. В вычислительных машинах коды нуля и единицы представляются электрическими сигналами, имеющими два различных состояния. Наиболее распространенными способами физического представления информации являются импульсный и потенциальный:

- импульс или его отсутствие;
- высокий или низкий потенциал;
- высокий потенциал или его отсутствие.

При импульсном способе отображения код единицы идентифицируется наличием электрического импульса, код нуля — его отсутствием (впрочем, может быть и наоборот). Импульс характеризуется амплитудой и длительностью, причем длительность должна быть меньше временного такта машины.

При потенциальном способе отображения код единицы — это высокий уровень напряжения, а код нуля — отсутствие сигнала или низкий его уровень. Уровень напряжения не меняется в течение всего такта работы машины. Форма и амплитуда сигнала при этом во внимание не принимаются, а фиксируется лишь сам факт наличия или отсутствия потенциала.

Вышесказанное обусловило то, что для анализа и синтеза схем в компьютере при алгоритмизации и программировании решения задач широко используется математический аппарат алгебры логики, оперирующий также с двумя понятиями «истина» или «ложь».

Элементы алгебры логики

Алгебра логики — это раздел математической логики, значение всех элементов (функций и аргументов) которой определены в двухэлементном множестве: 0 и 1. Алгебра логики оперирует с логическими высказываниями.

Высказывание — это любое предложение, в отношении которого имеет смысл утверждение о его истинности или ложности. При этом считается, что высказывание удовлетворяет закону исключенного третьего, то есть каждое высказывание или истинно, или ложно, и не может быть одновременно и истинным и ложным.

Высказывания:

- «Сейчас идет снег» — это утверждение может быть истинным или ложным;
- «Вашингтон — столица США» — истинное утверждение;
- «Частное от деления 10 на 2 равно 3» — ложное утверждение.

В алгебре логики все высказывания обозначают буквами a , b , c и т. д. Содержание высказываний учитывается только при введении их буквенных обозначений, и в дальнейшем над ними можно производить любые действия, предусмотренные данной алгеброй. Причем если над исходными элементами алгебры

выполнены некоторые разрешенные в алгебре логики операции, то результаты операций также будут элементами этой алгебры.

Простейшими операциями в алгебре логики являются операции **логического сложения** (иначе: операция **ИЛИ (OR)**, операция *дизъюнкции*) и **логического умножения** (иначе: операция **И (AND)**, операция *конъюнкции*). Для обозначения операции логического сложения используют символы $+$ или \vee , а логического умножения — символы \cdot или \wedge . Правила выполнения операций в алгебре логики определяются рядом аксиом, теорем и следствий. В частности, для алгебры логики применимы следующие законы.

1. Сочетательный:

$$(a + b) + c = a + (b + c),$$

$$(a \cdot b) \cdot c = a \cdot (b \cdot c).$$

2. Переместительный:

$$(a + b) = (b + a),$$

$$(a \cdot b) = (b \cdot a).$$

3. Распределительный:

$$a \cdot (b + c) = a \cdot b + a \cdot c,$$

$$(a + b) \cdot c = a \cdot c + b \cdot c.$$

Справедливы соотношения, в частности:

$$\begin{aligned} a + a &= a, & a + b &= b, \text{ если } a \leq b, \\ a \cdot a &= a, & a \cdot b &= a, \text{ если } a \leq b, \\ a + a \cdot b &= a, & a \cdot b &= b, \text{ если } a \geq b, \\ & & a + b &= a, \text{ если } a \geq b, \\ & & a + b &= b, \text{ если } a \leq b. \end{aligned}$$

Наименьшим элементом алгебры логики является 0, наибольшим элементом — 1. В алгебре логики также вводится еще одна операция — **отрицания** (операция **НЕ**, *инверсия*), обозначаемая чертой над элементом.

По определению:

$$a + \bar{a} = 1, \quad a \cdot \bar{a} = 0, \quad \bar{0} = 1, \quad \bar{1} = 0.$$

Справедливы, например, такие соотношения:

$$\bar{\bar{a}} = a, \quad \overline{a + b} = \bar{a} \cdot \bar{b}, \quad \overline{a \cdot b} = \bar{a} + \bar{b}.$$

Функция в алгебре логики — выражение, содержащее элементы алгебры логики a, b, c и др., связанные операциями, определенными в этой алгебре.

Примеры логических функций:

$$\begin{aligned} f(a, b, c) &= \bar{a} + \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot c + \overline{a + c}, \\ f(a, b, c) &= a \cdot \bar{b} + b \cdot c + \overline{a \cdot b \cdot c}. \end{aligned}$$

Согласно теоремам разложения функций на конstituэнты (составляющие), любая функция может быть разложена на конstituэнты 1:

$$\begin{aligned} f(a) &= f(1) \cdot a + f(0) \cdot \bar{a} \\ f(a, b) &= f(1, b) \cdot a + f(0, b) \cdot \bar{a} = \\ &= f(1, 1) \cdot a \cdot b + f(1, 0) \cdot a \cdot \bar{b} + f(0, 1) \cdot \bar{a} \cdot b + f(0, 0) \cdot \bar{a} \cdot \bar{b} \end{aligned} \quad (4)$$

и т. д.

Эти соотношения используются для синтеза логических функций и вычислительных схем.

ЛОГИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СХЕМ

Рассмотрим логический синтез (создание) вычислительных схем на примере одно-разрядного двоичного сумматора (полусумматора), имеющего два входа (a и b) и два выхода (S и P) и выполняющего операцию сложения в соответствии с табл. 3.3.

Таблица 3.3. Логические соотношения для синтеза полусумматора

a	b	$f1(a, b) = S$	$f2(a, b) = P$
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

где $f1(a, b) = S$ — значение цифры суммы в данном разряде;

$f2(a, b) = P$ — цифра переноса в следующий (старший) разряд.

Согласно соотношению (4), можно записать:

$$S = f1(a, b) = 0 \cdot a \cdot b + 1 \cdot \bar{a} \cdot b + 1 \cdot a \cdot \bar{b} + 0 \cdot \bar{a} \cdot \bar{b} = \bar{a} \cdot b + a \cdot \bar{b}$$

$$P = f2(a, b) = 1 \cdot a \cdot b + 0 \cdot \bar{a} \cdot b + 0 \cdot a \cdot \bar{b} + 0 \cdot \bar{a} \cdot \bar{b} = a \cdot b$$

Логическая блок-схема устройства, реализующего полученную функцию, представлена на рис. 3.6.

На рис. 3.7 изображены логические блоки в соответствии с международным стандартом.

ПРИМЕЧАНИЕ

В ряде случаев перед построением логической блок-схемы устройства по логической функции последнюю, пользуясь соотношениями алгебры логики, следует преобразовать к более простому виду (минимизировать). Для логических выражений «ИЛИ», «И» и «НЕ» существуют типовые технические схемы, реализующие их на реле, электронных лампах, дискретных полупроводниковых элементах. Для построения современных компьютеров применяются системы интегральных элементов, у которых с целью большей унификации в качестве базовой логической схемы используется всего одна из схем: «И — НЕ» (NAND, штрих Шеффера), «ИЛИ — НЕ» (NOR, стрелка Пирса) или «И — ИЛИ — НЕ (NORAND)».

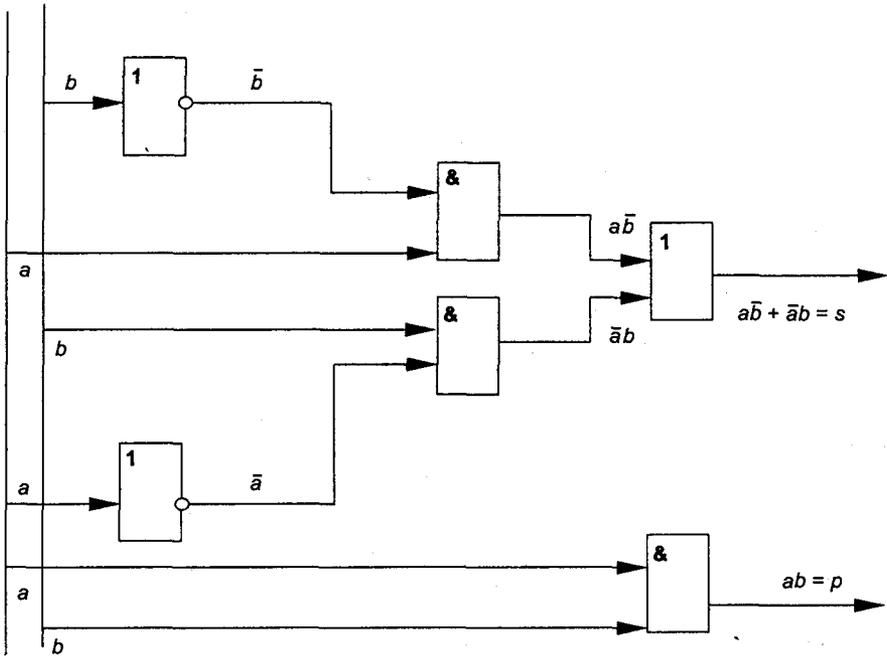


Рис. 3.6. Логическая блок-схема сумматора

	<p>Схема «ИЛИ», реализующая операцию логического сложения</p>
	<p>Схема «И», реализующая операцию логического умножения</p>
	<p>Схема «НЕ», реализующая операцию инверсии</p>

Рис. 3.7. Международное обозначение логических блоков

Выполнение логических операций в компьютере

В перечень машинных команд, которые используются при программировании, обязательно входят и некоторые логические операции. Чаще всего это операции OR (ИЛИ), AND (И), NOT (НЕ) и XOR (исключающее ИЛИ).

OR (ИЛИ) — логическое сложение

Команда выполняет поразрядную дизъюнкцию (логическое сложение — операцию «ИЛИ») битов двух чисел; устанавливает 1 в тех битах результата, в которых была 1 хотя бы у одного из исходных операндов.

a	0	0	1	1
b	0	1	0	1
$a \text{ OR } b$	0	1	1	1

AND (И) — логическое умножение

Команда выполняет поразрядную конъюнкцию (логическое умножение — операцию «И») битов двух чисел; устанавливает 1 в тех битах результата, в которых у обоих исходных операндов были 1.

a	0	0	1	1
b	0	1	0	1
$a \text{ AND } b$	0	0	0	1

XOR (исключающее ИЛИ)

Команда выполняет операцию сложения по модулю 2 (отрицание равнозначности), устанавливает 1 в тех битах результата, в которых исходные числа отличались друг от друга.

a	0	0	1	1
b	0	1	0	1
$a \text{ XOR } b$	0	1	1	0

NOT (НЕ) — операция отрицания

Команда устанавливает обратное значение битов в числе (операция инверсии).

a	0	1
NOT a	1	0

Вопросы для самопроверки

1. Что такое система счисления?
2. Какие системы счисления используются для представления информации в компьютерах?
3. Дайте краткую характеристику форм представления информации с фиксированной и плавающей запятой (точкой).

4. Дайте краткую характеристику кодов алгебраического представления чисел (прямого, обратного, дополнительного).
5. Выполните ряд операций сложения и умножения чисел в дополнительных кодах с фиксированной и плавающей запятой (точкой).
6. Назовите наименования основных двоичных совокупностей в компьютерах и определите их размер.
7. Что такое поля данных постоянной и переменной длины? Какова их разрядность в персональных компьютерах?
8. Что такое ASCII-коды? Приведите их структуру и укажите назначение.
9. Что такое алгебра логики и какова область ее применения?
10. Выполните логические операции OR, AND, XOR и NOT над двоичными числами.

Часть II
Персональные
компьютеры

Глава 4 **Функциональная и структурная организация ПК**

Поскольку массовое распространение в настоящее время получили персональные компьютеры, их функциональную и структурную организацию рассмотрим подробно.

Основные блоки ПК и их назначение

Структурная схема персонального компьютера с минимальным составом внешних устройств представлена на рис. 4.1.

Микропроцессор

Микропроцессор (МП) — центральное устройство ПК, предназначенное для управления работой всех блоков машины и для выполнения арифметических и логических операций над информацией.

В состав микропроцессора входят несколько компонентов.

- *Устройство управления (УУ)* формирует и подает во все блоки машины в нужные моменты времени определенные сигналы управления (управляющие импульсы), обусловленные спецификой выполняемой операции и результатами предыдущих операций; формирует адреса ячеек памяти, используемых выполняемой операцией, и передает эти адреса в соответствующие блоки компьютера; опорную последовательность импульсов устройство управления получает от генератора тактовых импульсов.
- *Арифметико-логическое устройство (АЛУ)* предназначено для выполнения всех арифметических и логических операций над числовой и символьной информацией (в некоторых моделях ПК для ускорения выполнения операций к АЛУ подключается дополнительный *математический сопроцессор*).

- Микропроцессорная память (МПП)** предназначена для кратковременного хранения, записи и выдачи информации непосредственно используемой в ближайшие такты работы машины; МПП строится на регистрах для обеспечения высокого быстродействия машины, ибо основная память (ОП) не всегда обеспечивает скорость записи, поиска и считывания информации, необходимую для эффективной работы быстродействующего микропроцессора. *Регистры* – быстродействующие ячейки памяти различной длины (в отличие от ячеек ОП, имеющих стандартную длину 1 байт и более низкое быстродействие).

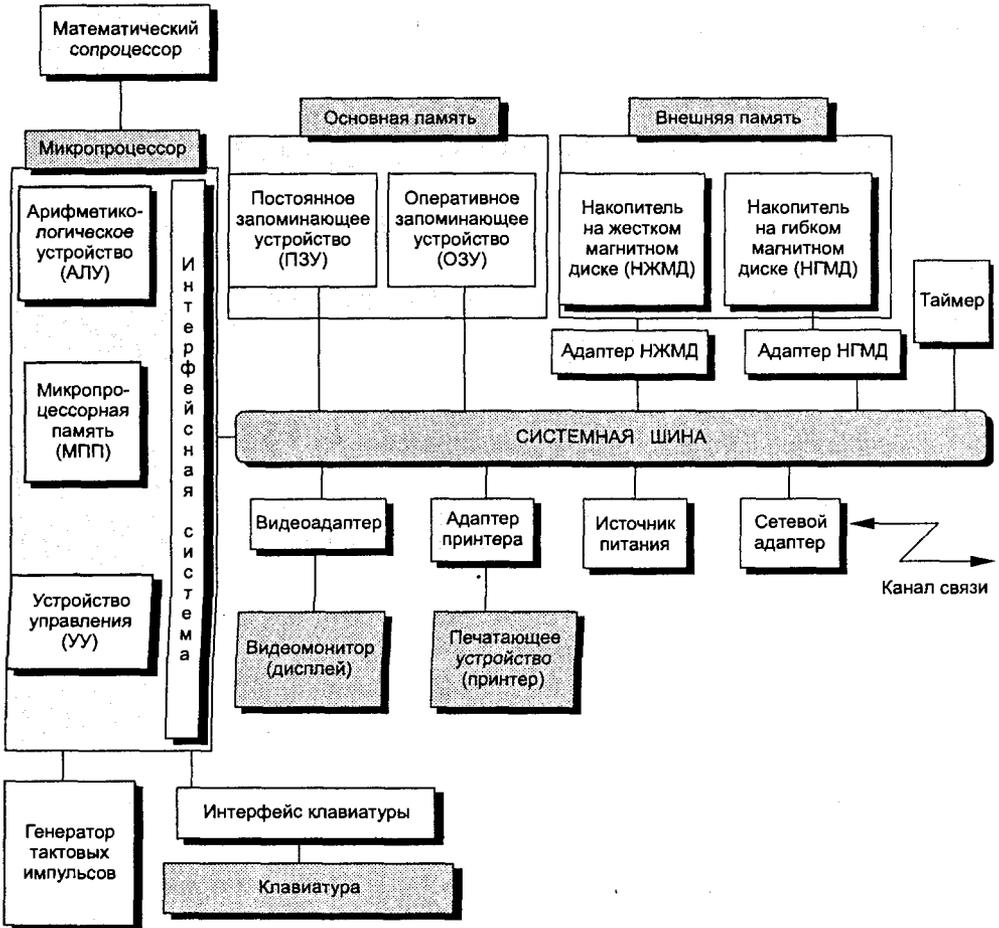


Рис. 4.1. Структурная схема ПК

- Интерфейсная система** микропроцессора предназначена для сопряжения и связи с другими устройствами ПК; включает в себя внутренний интерфейс МП, буферные запоминающие регистры и схемы управления портами ввода-вывода (ПВВ) и системной шиной.

Итак, *интерфейс* (interface) — совокупность средств сопряжения и связи устройств компьютера, обеспечивающая их эффективное взаимодействие.

Порты ввода-вывода (I/O ports) — элементы системного интерфейса ПК, через которые МП обменивается информацией с другими устройствами.

- *Генератор тактовых импульсов* генерирует последовательность электрических импульсов, частота которых определяет тактовую частоту микропроцессора. Промежуток времени между соседними импульсами определяет время одного такта, или просто *такт работы машины*. Частота генератора тактовых импульсов является одной из основных характеристик персонального компьютера и во многом определяет скорость его работы, поскольку каждая операция в вычислительной машине выполняется за определенное количество тактов.

Системная шина

Системная шина — основная интерфейсная система компьютера, обеспечивающая сопряжение и связь всех его устройств между собой. Системная шина включает в себя:

- *кодovou шину данных* (КШД), содержащую провода и схемы сопряжения для параллельной передачи всех разрядов числового кода (машинного слова) операнда;
- *кодovou шину адреса* (КША), содержащую провода и схемы сопряжения для параллельной передачи всех разрядов кода адреса ячейки основной памяти или порта ввода-вывода внешнего устройства;
- *кодovou шину инструкций* (КШИ), содержащую провода и схемы сопряжения для передачи инструкций (управляющих сигналов, импульсов) во все блоки машины;
- *шину питания*, содержащую провода и схемы сопряжения для подключения блоков ПК к системе энергопитания.

Системная шина обеспечивает три направления передачи информации:

- между микропроцессором и основной памятью;
- между микропроцессором и портами ввода-вывода внешних устройств;
- между основной памятью и портами ввода-вывода внешних устройств (в режиме прямого доступа к памяти).

Все блоки, а точнее их порты ввода-вывода, через соответствующие унифицированные разъемы (стыки) подключаются к шине единообразно: непосредственно или через *контроллеры* (*адаптеры*). Управление системной шиной осуществляется микропроцессором либо непосредственно, либо, что чаще, через дополнительную микросхему *контроллера шины*, формирующую основные сигналы управления. Обмен информацией между внешними устройствами и системной шиной выполняется с использованием ASCII-кодов.

Основная память

Основная память (ОП) предназначена для хранения и оперативного обмена информацией с прочими блоками машины. ОП содержит два вида запоминающих

устройств: *постоянное запоминающее устройство (ПЗУ)* и *оперативное запоминающее устройство (ОЗУ)*.

- ПЗУ (ROM — Read Only Memory) предназначено для хранения неизменяемой (постоянной) программной и справочной информации; позволяет оперативно только считывать информацию, хранящуюся в нем (изменить информацию в ПЗУ нельзя);
- ОЗУ (RAM — Random Access Memory) предназначено для оперативной записи, хранения и считывания информации (программ и данных), непосредственно участвующей в информационно-вычислительном процессе, выполняемом ПК в текущий период времени.

Главными достоинствами оперативной памяти являются ее высокое быстродействие и возможность обращения к каждой ячейке памяти отдельно (прямой адресный доступ к ячейке). В качестве недостатка оперативной памяти следует отметить невозможность сохранения информации в ней после выключения питания машины (энергозависимость).

Кроме основной памяти на системной плате ПК имеется и энергонезависимая память **CMOS RAM** (Complementary Metal-Oxide Semiconductor RAM), постоянно питающаяся от своего аккумулятора; в ней хранится информация об аппаратной конфигурации ПК (обо всей аппаратуре, имеющейся в компьютере), которая проверяется при каждом включении системы.

Внешняя память

Внешняя память относится к внешним устройствам ПК и используется для долговременного хранения любой информации, которая может когда-либо потребоваться для решения задач. В частности, во внешней памяти хранится все программное обеспечение компьютера. Внешняя память представлена разнообразными видами запоминающих устройств, но наиболее распространенными из них, имеющимися практически на любом компьютере, являются показанные на структурной схеме *накопители на жестких (НЖМД) и гибких (НГМД) магнитных дисках*.

Назначение этих накопителей: хранение больших объемов информации, запись и выдача информации по запросу в оперативное запоминающее устройство. Различаются НЖМД и НГМД конструктивно, объемами хранимой информации и временем ее поиска, записи и считывания. В качестве устройств внешней памяти часто используются также *накопители на оптических дисках (CD ROM — Compact Disk Read Only Memory)* и реже — *запоминающие устройства на кассетной магнитной ленте (НКМЛ, стримеры)*. Популярными становятся также устройства флэш памяти.

Источник питания

Источник питания — блок, содержащий системы автономного и сетевого энергопитания ПК.

Таймер

Таймер — внутримашинные электронные часы реального времени, обеспечивающие при необходимости автоматический съём текущего момента времени (год, месяц, часы, минуты, секунды и доли секунд). Таймер подключается к автономному источнику питания — аккумулятору, и при отключении машины от электросети продолжает работать.

Внешние устройства

Внешние устройства (ВУ) ПК — важнейшая составная часть любого вычислительного комплекса, достаточно сказать, что по стоимости ВУ составляют до 80–85% стоимости всего ПК.

ВУ ПК обеспечивают взаимодействие машины с окружающей средой: пользователями, объектами управления и другими компьютерами.

К внешним устройствам относятся:

- внешние запоминающие устройства (ВЗУ) или внешняя память ПК;
- диалоговые средства пользователя;
- устройства ввода информации;
- устройства вывода информации;
- средства связи и телекоммуникаций.

Диалоговые средства пользователя включают в свой состав:

- видеомонитор (видеотерминал, дисплей) — устройство для отображения вводимой и выводимой из ПК информации;
- устройства речевого ввода-вывода — быстро развивающиеся средства мультимедиа. Это различные микрофонные акустические системы, «звуковые мыши» со сложным программным обеспечением, позволяющим распознавать произносимые человеком буквы и слова, идентифицировать их и кодировать; синтезаторы звука, выполняющие преобразование цифровых кодов в буквы и слова, воспроизводимые через громкоговорители (динамики) или звуковые колонки, подсоединенные к компьютеру.

К устройствам *ввода* информации относятся:

- клавиатура — устройство для ручного ввода числовой, текстовой и управляющей информации в ПК;
- графические планшеты (дигитайзеры) — устройства для ручного ввода графической информации, изображений путем перемещения по планшету специального указателя (пера); при перемещении пера автоматически выполняется считывание координат его местоположения и ввод этих координат в ПК;
- сканеры (читающие автоматы) — оборудование для автоматического считывания с бумажных и пленочных носителей и ввода в ПК машинописных текстов, графиков, рисунков, чертежей;
- устройства целеуказания (графические манипуляторы), предназначенные для ввода графической информации на экран дисплея путем управления дви-

жением курсора по экрану с последующим кодированием координат курсора и вводом их в ПК (джойстик — рычаг, мышь, трекбол — шар в оправе, световое перо и т. д.);

- сенсорные экраны — для ввода отдельных элементов изображения, программ или команд с экрана дисплея в ПК.

К устройствам *вывода* информации относятся:

- принтеры — печатающие устройства для регистрации информации на бумажный или пленочный носитель;
- графопостроители (плоттеры) — устройства для вывода графической информации (графиков, чертежей, рисунков) из ПК на бумажный носитель.

Устройства связи и телекоммуникации используются для связи с приборами и другими средствами автоматизации (согласователи интерфейсов, адаптеры, цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи и т. п.) и для подключения ПК к каналам связи, к другим компьютерам и вычислительным сетям (сетевые интерфейсные платы и карты — сетевые адаптеры, «стыки», мультиплексоры передачи данных, модемы — модуляторы-демодуляторы).

В частности, показанный на рис. 4.1 сетевой адаптер относится к внешнему интерфейсу ПК и служит для подключения его к каналу связи с целью обмена информацией с другими компьютерами при работе в составе вычислительной сети. В качестве сетевого адаптера чаще всего используется модем.

Многие из названных выше устройств относятся к условно выделенной группе средств *мультимедиа*.

Мультимедиа (multimedia, многосредовость) — это комплекс аппаратных и программных средств, позволяющих человеку общаться с компьютером, используя самые разные, естественные для себя среды: звук, видео, графику, тексты, анимацию и т. д. К средствам мультимедиа относятся устройства речевого ввода и устройства речевого вывода информации; микрофоны и видеокамеры, акустические и видеовоспроизводящие системы с усилителями, звуковыми колонками, большими видеоскранами; звуковые и видеоадаптеры, платы видеозахвата, снимающие изображение с видеомagneтофона или видеокамеры и вводящие его в ПК; широко распространенные уже сейчас сканеры, позволяющие автоматически вводить в компьютер печатные тексты и рисунки; наконец, внешние запоминающие устройства большой емкости на оптических дисках, часто используемые для записи звуковой и видеоинформации.

Дополнительные интегральные микросхемы

К системной шине и к МП ПК наряду с типовыми внешними устройствами могут быть подключены и некоторые дополнительные интегральные микросхемы, расширяющие и улучшающие функциональные возможности микропроцессора:

- математический сопроцессор;
- контроллер прямого доступа к памяти;

- сопроцессор ввода-вывода;
- контроллер прерываний и т. д.¹

Математический сопроцессор широко используется для ускоренного выполнения операций над двоичными числами с фиксированной и плавающей запятой, над двоично-кодированными десятичными числами, для вычисления некоторых трансцендентных, в том числе тригонометрических функций. Математический сопроцессор имеет свою систему команд и работает параллельно (совмещенно во времени) с основным МП, но под управлением последнего. Ускорение операций происходит в десятки раз. Современные модели МП, начиная с МП 80486 DX, включают сопроцессор в свою структуру.

Контроллер прямого доступа к памяти (DMA — Direct Memory Access) обеспечивает обмен данными между внешними устройствами и оперативной памятью без участия микропроцессора, что существенно повышает эффективное быстродействие ПК. Иными словами, режим DMA позволяет освободить процессор от рутинной пересылки данных между внешними устройствами и ОП, отдав эту работу контроллеру DMA; процессор в это время может обрабатывать другие данные или другую задачу в многозадачной системе.

Сопроцессор ввода-вывода за счет параллельной работы с МП существенно ускоряет выполнение процедур ввода-вывода при обслуживании нескольких внешних устройств (дисплея, принтера, НЖМД, НГМД и т. д.); освобождает МП от обработки процедур ввода-вывода, в том числе реализует и режим прямого доступа к памяти.

Контроллер прерываний обслуживает процедуры прерывания. *Прерывание* — временный приостанов выполнения одной программы с целью оперативного выполнения другой, в данный момент более важной (приоритетной) программы. Контроллер принимает запрос на прерывание от внешних устройств, определяет уровень приоритета этого запроса и выдает сигнал прерывания в МП. Микропроцессор, получив этот сигнал, приостанавливает выполнение текущей программы и переходит к выполнению специальной программы обслуживания того прерывания, которое запросило внешнее устройство. После завершения программы обслуживания восстанавливается выполнение прерванной программы. Контроллер прерываний является программируемым. Прерывания возникают при работе компьютера постоянно, достаточно сказать, что все процедуры ввода-вывода информации выполняются по прерываниям. Например, в компьютерах IBM PC прерывания от таймера возникают и обслуживаются контроллером прерываний 18 раз в секунду (длятся эти прерывания тысячные доли секунды и поэтому пользователь их не замечает).

Элементы конструкции ПК

Конструктивно ПК выполнены в виде центрального системного блока, к которому через разъемы — стыки — подключаются внешние устройства: дополнительные блоки памяти, клавиатура, дисплей, принтер и т. д.

¹ В современных ПК микросхема математического сопроцессора интегрирована в кристалл МП; микросхемы контроллера прерываний, контроллера прямого доступа к памяти и некоторые другие находятся в системном чипсете на материнской плате.

Системный блок обычно включает в себя *системную плату*, блок питания, накопители на дисках, разъемы для дополнительных устройств и *платы расширения* с контроллерами — адаптерами внешних устройств.

На системной плате (часто ее называют *материнской* платой — motherboard), в свою очередь, размещаются:

- микропроцессор;
- системные микросхемы (чипсеты);
- генератор тактовых импульсов;
- модули (микросхемы) ОЗУ и ПЗУ;
- микросхема CMOS-памяти;
- адаптеры клавиатуры, НЖМД и НГМД;
- контроллер прерываний;
- таймер и т. д.

Многие из них подсоединяются к материнской плате с помощью разъемов.

Функциональные характеристики ПК

Основными функциональными характеристиками ПК являются:

1. Производительность, быстродействие, тактовая частота.
2. Разрядность микропроцессора и кодовых шин интерфейса.
3. Типы системного и локальных интерфейсов.
4. Тип и емкость оперативной памяти.
5. Тип и емкость накопителей на гибких магнитных дисках.
6. Емкость накопителя на жестких магнитных дисках («винчестера»).
7. Наличие, виды и емкость кэш-памяти.
8. Тип видеомонитора (дисплея) и видеоадаптера.
9. Наличие и тип принтера.
10. Наличие и тип накопителя CD ROM.
11. Наличие и тип модема.
12. Наличие и виды мультимедийных аудио-видео средств.
13. Имеющееся программное обеспечение и вид операционной системы.
14. Аппаратная и программная совместимость с другими типами компьютеров.
15. Возможность работы в вычислительной сети.
16. Возможность работы в многозадачном режиме.
17. Надежность.
18. Стоимость.
19. Габариты и вес.

Некоторые из приведенных функциональных характеристик нуждаются в пояснении, поэтому остановимся на них подробнее.

Производительность, быстродействие, тактовая частота

Производительность современных компьютеров измеряют обычно в миллионах операций в секунду. Единицами измерения служат:

- **МИПС** (MIPS — Millions Instruction Per Second) — для операций над числами, представленными в форме с фиксированной запятой (точкой);
- **МФЛОПС** (MFLOPC — Millions of FLoating point Operation Per Second) — для операций над числами, представленными в форме с плавающей запятой (точкой).

Реже производительность компьютеров определяют с использованием следующих единиц измерения:

- **КФЛОПС** (kFLOPS — KiloFLOPS) для низкопроизводительных компьютеров — тысяча неких усредненных операций над числами;
- **ГФЛОПС** (GFLOPS — GigaFLOPS) — миллиард операций в секунду над числами с плавающей запятой.

Оценка производительности компьютеров всегда приближительна, ибо ориентируется на некоторые усредненные или, наоборот, на конкретные виды операций. Реально при решении различных задач используются и различные наборы операций. В 70-е годы были разработаны усредненные наборы операций (смеси Гибсона) для разных типов задач: экономических, технических, математических и т. д., в которые разные команды входили в определенном процентном отношении. По смесям Гибсона можно определять среднее быстродействие компьютера для этих типов задач. Существуют и более новые тесты: тестовые наборы фирм-изготовителей для определения быстродействия своих изделий — показатель iCOMP — Intel Comparative Microprocessor Performance (1992 год) для микропроцессоров фирмы Intel (iCOMP2.0 — тест 1996 года), ориентированный на 32-битовые ОС и мультимедийные технологии; специализированные тесты для конкретных областей применения компьютеров — Winstone 97-Business для офисной группы задач, варианты тестов WinBench 97 для других видов задач.

Для компьютеров, выполняющих самые разные задания, эти оценки будут весьма неточными. Поэтому для характеристики ПК вместо производительности обычно указывают *тактовую частоту*, более объективно определяющую *быстродействие* машины, так как каждая операция требует для своего выполнения вполне определенного количества тактов. Зная тактовую частоту, можно достаточно точно определить время выполнения любой машинной операции.

Например, при отсутствии конвейерного выполнения команд и увеличения внутренней частоты у микропроцессора тактовый генератор с частотой 100 МГц обеспечивает выполнение 20 млн коротких машинных операций (простые сложение

и вычитание, пересылка информации и т. д.) в секунду; с частотой 1000 МГц — 200 млн коротких операций в секунду.

Разрядность микропроцессора и кодовых шин интерфейса

Разрядность — это максимальное количество разрядов двоичного числа, над которым одновременно может выполняться машинная операция, в том числе и операция передачи информации; чем больше разрядность, тем, при прочих равных условиях, будет больше и производительность ПК.

Разрядность МП определяется иногда по разрядности его регистров и кодовой шины данных, а иногда по разрядности кодовых шин адреса. Одинаковая разрядность этих шин только у МП типа VLIW (64-битовая intel-архитектура — IA).

Типы системного и локальных интерфейсов

Разные типы интерфейсов обеспечивают разные скорости передачи информации между узлами машины, позволяют подключать разное количество внешних устройств и различные их виды.

Емкость оперативной памяти

Емкость оперативной памяти измеряется обычно в мегабайтах. Напоминаем, что 1 Мбайт = 1024 Кбайт = 1024² байтов.

Многие современные прикладные программы с оперативной памятью, имеющей емкость меньше 16 Мбайт, просто не работают, либо работают, но очень медленно.

Следует иметь в виду, что увеличение емкости основной памяти в 2 раза, помимо всего прочего, увеличивает эффективную производительность компьютера при решении сложных задач (когда ощущается дефицит памяти) примерно в 1,41 раза (закон корня квадратного).

Емкость накопителя на жестких магнитных дисках

Емкость НЖМД измеряется обычно в гигабайтах, 1 Гбайт = 1024 Мбайт.

Объем дисковой памяти 10 Гбайт сегодня еще приемлем, но, по прогнозам специалистов, новые программные продукты будут требовать несколько гигабайтов внешней памяти.

Тип и емкость накопителей на гибких магнитных дисках

Сейчас применяются накопители на гибких магнитных дисках с форм-фактором 3,5 дюйма, имеющие стандартную емкость 1,44 Мбайт (накопители для гибких дисков 5,25 дюйма емкостью 1,2 Мбайт в современные ПК уже не устанавливаются).

Наличие, виды и емкость кэш-памяти

Кэш-память — это буферная, недоступная для пользователя быстродействующая память, автоматически используемая компьютером для ускорения операций с информацией, хранящейся в более медленно действующих запоминающих устройствах. Например, для ускорения операций с основной памятью организуется регистровая кэш-память внутри микропроцессора (кэш-память первого уровня) или вне микропроцессора на материнской плате (кэш-память второго уровня); для ускорения операций с дисковой памятью организуется кэш-память на ячейках электронной памяти.

Следует иметь в виду, что наличие кэш-памяти емкостью 256 Кбайт увеличивает производительность ПК примерно на 20%.

Аппаратная и программная совместимость с другими типами компьютеров

Аппаратная и программная совместимость с другими типами компьютеров означает возможность использования на компьютере, соответственно, тех же технических элементов и программного обеспечения, что и на других типах машин.

Возможность работы в многозадачном режиме

Многозадачный режим позволяет выполнять вычисления одновременно по нескольким программам (многопрограммный режим) или для нескольких пользователей (многопользовательский режим). Совмещение во времени работы нескольких устройств машины, возможное в таком режиме, позволяет существенно увеличить эффективное быстродействие компьютера.

Надежность

Надежность — это способность системы выполнять полностью и правильно все заданные ей функции (см. часть VI).

Портативные компьютеры

Трудно себе представить руководителя фирмы, менеджера, бизнесмена, научного работника, журналиста, которому не приходилось бы работать вне офиса дома или во время всевозможных поездок.

А поскольку эффективная работа без компьютера сегодня уже невозможна, все названные специалисты широко используют портативные компьютеры, наиболее приспособленные для работы в подобных условиях. По своим возможностям портативные компьютеры ничем не уступают обычным настольным системам, а по ряду параметров и превосходят их.

При работе в офисе или дома можно перейти на обычную клавиатуру и видеомонитор, портативный компьютер может подключаться к настольному компьютеру

в качестве терминала, большинство моделей позволяют подключаться к вычислительной сети, а некоторые из них могут подключаться к сети, в том числе и к сети Интернет, даже дистанционно по радиоканалу, обеспечивая своему владельцу полную свободу передвижения.

Портативные ПК — быстро развивающийся подкласс персональных компьютеров. По прогнозу специалистов, в 2005 году более 80% пользователей будут работать именно с портативными машинами.

Большинство портативных компьютеров имеют автономное питание от малогабаритных аккумуляторов, но могут они питаться и от электрической сети. При питании от аккумулятора для продления срока автономной работы во всех портативных компьютерах предусматриваются переключение в режимы уменьшенного энергопотребления, например Standby и Sleep. Кроме того, все они поддерживают спецификацию Advanced Power Management (APM), в которой сформулированы требования к аппаратным и программным средствам управления потребляемой мощностью. В режиме Standby отключаются устройства с наибольшим энергопотреблением (винчестер, лампы подсветки дисплея и т. д.), режим Sleep обеспечивает еще большую экономию энергопотребления: снижается до минимума тактовая частота микропроцессора, многие системные параметры записываются в энергонезависимую память. Указанные меры приводят к тому, что иногда одного заряда аккумулятора хватает на 10 и более часов автономной работы портативного компьютера.

В качестве видеомониторов в портативных моделях применяются плоские жидкокристаллические дисплеи, реже люминесцентные или газоразрядные.

Наращивание аппаратных средств у большинства портативных компьютеров выполняется подключением плат специальной конструкции, так называемых PCMCIA-карт (спецификация Personal Computer Memory Card International Association, первоначально ориентированная лишь на платы памяти). Почти все PCMCIA-карты (они обычно называются короче — PC-карты, или PC Card) поддерживают технологию Plug and Play («включай и играй»), при установке дополнительной платы не требующую выключения ПК или какой-либо его дополнительной настройки.

Для PC-карт определены три типа габаритных размеров (форм-факторов): Type 1, Type 2 и Type 3.

Два первых типоразмера определяют платы шириной 54 мм и длиной 85,5 мм, толщина 1-го типа — 3,3 мм, а 2-го — 5 мм в средней части и 3,3 мм по краям. PC-карты 3-го типа более толстые — 10 мм, и поэтому в разъемы, предназначенные для первых двух типов карт, не устанавливаются.

PC-карты выполняют функции модемов, факс-модемов, сетевых и интерфейсных адаптеров, контроллеров сотовой и пейджинговой связи, статической, динамической и флэш-памяти, жестких дисков, звуковых карт и т. д.

Наряду с платами ОЗУ, в портативных компьютерах более интенсивно, чем в настольных, применяются платы ПЗУ и флэш-памяти, последние у миниатюрных ПК часто используются вместо дисковой памяти.

Клавиатура чаще всего чуть укороченная: 84–86 клавиш (вместо 101 у настольных ПК), но может иметься разъем для подключения и полной клавиатуры; у некоторых моделей клавиатура раскладная. У миниатюрных компьютеров клавиатура бывает так мала, что для нажатия клавиш применяется специальная указочка.

В качестве манипулятора графической информации (устройства целеуказания) обычно используется не мышь, а трекбол, трекпойнт или трекпад.

Трекбол (trackball) — пластмассовый шар диаметром 15–20 мм, вращающийся в любом направлении (напоминающий стационарно укрепленную перевернутую мышь). Трекболы бывают встроенные и внешние. Встроенные могут располагаться на блоке клавиатуры или на лицевой поверхности дисплея рядом с экраном. Внешние трекболы крепятся клипсой, подключаются к компьютеру кабелем или по инфракрасному беспроводному каналу.

Трекпойнт (trackpoint) — специальная гибкая клавиша на клавиатуре типа ластика, прогиб которой в нужном направлении перемещает курсор на экране дисплея.

Трекпад (trackpad или touchpad) — небольшой планшет, размещенный на блоке клавиатуры и содержащий под тонкой пленкой сеть проводников, воспринимающих при легком нажиме направление перемещения нажимающего объекта, например, пальца. Принятый сигнал используется для управления курсором.

Применяются в портативных компьютерах и *сенсорные экраны*, в которых прикосновение к их поверхности обуславливает перемещение курсора в место прикосновения или выбор процедуры по меню, выведенному на экран.

Переносные компьютеры весьма разнообразны: от громоздких и тяжелых (до 15 кг) портативных рабочих станций до миниатюрных электронных записных книжек весом около 100 г. Рассмотрим кратко некоторые типы переносных ПК.

Портативные рабочие станции

Портативные рабочие станции — наиболее мощные и крупные переносные ПК. Они оформляются часто в виде чемодана и носят жаргонное название Nomadic — «Кочевник». Их характеристики аналогичны характеристикам стационарных ПК — рабочих станций: мощные микропроцессоры, часто типа RISC, с тактовой частотой до 1500 МГц, оперативная память емкостью до 512 Мбайт, 10–40-гигабайтовые дисковые накопители, быстродействующие интерфейсы и мощные видеоадаптеры с видеопамью до 4 Мбайт.

По существу, это обычные рабочие станции, питающиеся от сети, но конструктивно оформленные в корпусе, удобном для переноса, и имеющие, как и все переносные ПК, плоский жидкокристаллический видеомонитор класса не выше VGA. Nomadic обычно оснащены модемом и могут оперативно подключаться к каналам связи для работы в вычислительной сети.

Этот тип портативных компьютеров может эффективно использоваться для выездных презентаций, особенно при наличии средств мультимедиа, но может с успехом применяться и в стационарном варианте, позволяя экономить место на рабочем столе. В последние годы уступают свое место ноутбукам.

Наколенные компьютеры

Портативные компьютеры типа «Laptop», что означает «наколенные», оформляются в виде небольших чемоданчиков размером с «дипломат», их вес обычно в пределах 5–10 кг. Аппаратное и программное обеспечение позволяет им успешно конкурировать с лучшими стационарными ПК. В современных моделях Laptop часто используются микропроцессоры Pentium (с тактовой частотой более 1000 МГц); оперативная память до 128 Мбайт; накопитель на жестком диске емкостью до 20 Гбайт, часто съемный; возможно использование CD-ROM и другого мультимедийного обеспечения.

Laptop в последние годы уступают свое место ноутбукам.

Компьютеры-блокноты

Это быстро развивающийся подкласс портативных компьютеров. Компьютеры-блокноты: ноутбуки — Notebook и уменьшенный вариант — Subnotebook (их называют также Omni Book — «вездесущие») выполняют все функции настольных ПК, в них могут использоваться те же самые операционные системы. Конструктивно они оформлены в виде миниатюрного чемоданчика (иногда со съемной крышкой) размером с небольшую книгу (стандартный размер формата А4 при толщине 2–5 см), весом от 2,5 до 3,5 кг. По своим характеристикам во многом совпадают с Laptop, отличаясь от них лишь размерами. Вместо жесткого диска некоторые модели, особенно подкласса Subnotebook, имеют энергонезависимую флэш-память емкостью 10–64 Мбайт.

Многие модели компьютеров-блокнотов имеют модемы для подключения к каналу связи и, соответственно, к вычислительной сети. Некоторые из них для дистанционного беспроводного обмена информацией с другими компьютерами оборудованы радиомодемами и оптоэлектронными инфракрасными портами. Последние обеспечивают межкомпьютерную связь на расстоянии нескольких десятков метров и в пределах прямой видимости. Возможность связи индицируется появлением на экране компьютера специальной пиктограммы.

Ноутбуки имеют жидкокристаллические монохромные и цветные дисплеи небольшого размера. Клавиатура всегда укороченная, манипуляторы типа трэкпойнт и трэкпад. Нарращивание ресурсов выполняется картами PCMCIA. Питание ноутбука осуществляется от портативных аккумуляторов, обеспечивающих автономную работу в течение 3–4-х часов (а в случае использования ионно-литиевых аккумуляторов — и до 12 часов). Лидерами среди ноутбуков, по-видимому, являются модели IBM ThinkPad, определяющие стандарт среди этого подкласса ПК. Но имеются выдающиеся представители Notebook и у многих других фирм. Еще несколько лет назад ноутбуки обычно подразделялись на три основных разновидности [11]:

- компьютеры-блокноты начального уровня;
- высокопроизводительные мобильные рабочие станции;
- многослойные ноутбуки.

Компьютеры-блокноты начального уровня были самым распространенным классическим вариантом этого подкласса портативных компьютеров. Ноутбуки данной категории выпускались практически всеми основными компьютерными фирмами: IBM, Toshiba, HP, Compaq, NEC, Acer и т. д.

Высокопроизводительные мобильные рабочие станции призваны были заменить стационарные настольные компьютеры, сравнившись с ними как по производительности, так и по возможностям расширения. Для этих компьютеров характерно и наличие высокоскоростного инфракрасного порта, встроенного факс-модема и мощной интерфейсной шины.

Многослойные компьютеры-блокноты (MultiLayer Notebook – MLN) при тех же самых весе и габаритах обеспечивали большие производительность и функциональную полноту, нежели ноутбуки первых двух типов.

Первый представитель этой группы – Notebook 7 фирмы Twinhead, являющийся дальнейшим развитием лучшей модели прошлых лет ThinkPad 560, состоит из двух слоев:

- основного, представляющего собой полнофункциональный ноутбук на базе МП Mobile Pentium 133, с ОЗУ емкостью 1 Мбайт, винчестером емкостью 1,3 Гбайт и дисплеем с диагональю 11,3 дюйма;
- дополнительного, содержащего CD-ROM, шинный интерфейс PCI, аудиоусилитель и аудиоколонки.

Важная особенность Notebook 7 – возможность его гибкого конфигурирования по желанию пользователя. Полный вес этого компьютера около 3 кг. Перспективность такой конструкции побудила и другие фирмы (Compaq, ACE Technologies, Fujitsu) выпустить аналогичные модели: Compaq Armada 4100, Acer/TI Travel-Mate 900, Solo Slim, Fujitsu LifeBook 600 и т. д.

В настоящее время большинство выпускаемых ноутбуков имеют параметры, превосходящие характеристики многослойных компьютеров. Поэтому данная классификация уже устарела, хотя еще и применяется.

Сейчас чаще блокнотные компьютеры подразделяются на классы в соответствии с используемыми в них микропроцессорами:

- ноутбуки класса Pentium имеют тактовую частоту до 266 МГц, оперативную память 16–64 Мбайт, жесткий диск 1–4 Гбайт, остальные возможности на уровне настольных ПК;
- ноутбуки класса Intel Celeron имеют тактовую частоту 500–700 МГц, оперативную память 64–128 Мбайт, жесткий диск 5–10 Гбайт, остальные возможности на уровне настольных ПК;
- ноутбуки класса Pentium II имеют тактовую частоту 266–400 МГц, оперативную память 64–256 Мбайт, жесткий диск 5–20 Гбайт, остальные возможности на уровне настольных ПК;
- ноутбуки класса Pentium III имеют тактовую частоту 500–1000 МГц, оперативную память 64–256 Мбайт, жесткий диск 10–30 Гбайт, остальные возможности на уровне настольных ПК;

- ноутбуки класса Pentium 4 имеют тактовую частоту свыше 1ГГц, оперативную память до 512 Мбайт, жесткий диск 60 Гбайт, остальные возможности на уровне настольных ПК.

По существу, если у вас под рукой ноутбук, вы всегда — и на своем рабочем месте, и дома, и в дороге — оснащены современным офисным компьютером, что для бизнесмена является уже не роскошью, а необходимостью.

Карманные компьютеры

Карманные компьютеры (КПК — карманные ПК, Palmtop, что значит «наладонные») — самый бурно развивающийся класс портативных компьютеров. В них используются свои операционные системы, отличные от ОС настольных компьютеров. Эти компьютеры имеют массу около 300 г; типичные размеры в сложенном состоянии 150 × 80 × 25 мм. Они выгодно отличаются от ноутбуков, которые при всей своей компактности и больших функциональных возможностях все-таки требуют для транспортировки специальной сумки; КПК имеют и большую автономность работы. Карманные компьютеры — полноправные персональные компьютеры, имеющие микропроцессор, оперативную и постоянную память, монохромный или цветной жидкокристаллический дисплей, портативную клавиатуру; порт-разъем (часто беспроводной инфракрасный) для подключения с целью обмена информацией к стационарному ПК и другим внешним устройствам.

Первый КПК Pilot был создан в 1992 году в компании U.S. Robotics. Возможности уже первого КПК впечатляли:

- размеры 12 × 8 × 1,8 см, а вес 180 г;
- процессор Motorola Dragon Ball 68328 с работающей на нем 32-разрядной операционной системой PalmOS, сенсорный графический экран;
- возможность рукописного ввода данных и возможность обмена данными с настольным компьютером.

Важные характеристики современных карманных компьютеров:

- поддержка обмена данными с настольными компьютерами;
- возможность ввода текста и хранения его в памяти;
- работа с электронными таблицами для всевозможных расчетов;
- возможность подключения принтера для распечатки документов;
- возможность отправлять и принимать факсы;
- работа с электронной почтой и сетью Интернет;
- наличие яркого, хорошо читаемого экрана, часто с подсветкой;
- возможность долговременной работы в автономном режиме;
- работа с аудиосистемами;
- способность распознавать почерк человека и переводить его в печатные буквы.

КПК можно классифицировать по нескольким признакам.

По способу ввода информации их можно разделить на бесклавиатурные и клавиатурные. В бесклавиатурных устройствах ввод информации осуществляется

с помощью специального пера (Stylus), хранящегося в корпусе КПК. Пользователь оперирует им с пиктограммами и определенными зонами на сенсорном экране. Ввод символов (букв, цифр и т. д.) осуществляется либо при помощи вызова на экран специальной виртуальной клавиатуры, либо с помощью системы распознавания рукописного ввода. В последнем случае в фиксированной зоне экрана вызываются по определенным правилам специальные графические символы, так называемые Graffiti. Возможен и ввод данных из персонального компьютера в КПК. Клавиатурные компьютеры имеют миниатюрную клавиатуру для ввода информации и управления КПК, примерно соответствующую по своим возможностям стандартной клавиатуре обычных настольных ПК. На этих компьютерах также возможна работа с помощью пера через сенсорный экран.

По *используемым операционным системам* карманные компьютеры можно разделить на три группы: в качестве операционных систем используются Palm OS, EPOC и Windows CE. Наряду со стандартным программным обеспечением, позволяющим работать в привычной среде (для Windows CE, например, существуют упрощенные версии Excel, Word, Internet Explorer и т. д.), КПК комплектуются и стандартным деловым набором, характерным для PDA — электронных секретарей, органайзеров, электронных записных книжек и переводчиков. В частности, поэтому КПК вытесняют постепенно указанные виды портативных компьютеров.

Вся информация, хранящаяся в КПК, при необходимости передается в настольные ПК или в другой КПК. Передача осуществляется при помощи прямого кабельного соединения либо посредством инфракрасных портов. Обычно возможна работа и с Интернетом, электронной почтой, в частности через систему сотовой телефонной связи (КПК агрегируется с сотовым телефоном через приобретаемый для последнего инфракрасный порт, что позволяет пользоваться всеми ресурсами Интернета, конечно, если вы находитесь в зоне, обслуживаемой вашим оператором сотовой связи). Многие модели КПК способны увеличить свои функциональные возможности за счет использования слотов расширения и подключения внешних периферийных устройств через порты.

Рассмотрим наиболее интересные периферийные устройства КПК.

Принтер Citizen PN-60i. Это сверхминиатюрное устройство способно поместиться если не в кармане пиджака, то в кармане куртки или пальто точно. Для принтеров это, безусловно, является достижением. Минимальные размеры и вес в 500 г (без батарей) послужили поводом занесения его в Книгу рекордов Гиннеса. В данной модели используется термодиффузионная технология печати. Возможность установки черного или цветного картриджа расширяет диапазон применения принтера. Внешне он очень похож на миниатюрную аудиокассету, используемую в автоответчиках или диктофонах. Качество документов достигается высоким разрешением печати — 360 dpi. Помимо обычной бумаги, для печати можно использовать пленки и слайды. Автономность принтера обеспечивается альтернативной работой от аккумуляторных батарей или даже от прикуривателя в автомобиле. Принтер может работать как с IBM PC-совместимыми компьютерами, так и с компьютерами фирмы Apple. Специальные кабели позволяют подключить его к КПК фирм Apple, HP, Psion. Беспроводную связь на расстоянии

до 1 м от компьютера обеспечивает встроенный в принтер инфракрасный порт, соответствующий стандарту IrDA.

Планшетный цветной сканер RELISYS GeniScan формата А4, весящий всего 600 г. Сканер оборудован интерфейсом USB, через который осуществляется и его питание. Отпадает необходимость в дополнительном источнике питания. Верхняя крышка может быть снята, что создаст удобство в работе с документами разной толщины. Управление представлено единственной клавишей Scan.

Переводчик Quicktionary фирмы Wizcom Technologies. Внешне он напоминает толстый плоский карандаш с небольшим жидкокристаллическим дисплеем. Для управления переводчиком используются семь миниатюрных клавиш. На конце прибора находится электронный «глаз», смонтированный над двумя роликами. В процессе работы «глаз» провозится над строкой текста. Специальная полукруглая рамка перед роликами с черной риской посередине помогает выдерживать сканирование точно по строке.

Пейджер SwissPhone SlyFox для КПК Palm II и III. Установка внешнего пейджерного модуля дает возможность использовать КПК в качестве многостраничного пейджера. Конструктивно он выполнен в корпусе Palm-модема. Пейджер способен работать и автономно, не будучи подключенным к КПК.

Карманные компьютеры выпускаются большим числом фирм: Casio, Psion, Compaq, Hewlett-Packard, Sony, NEC, Philips, LG Electronics и т. д.

Электронные секретари

Электронные секретари (PDA — Personal Digital Assistance, иногда их называют Hand Help — ручной помощник) имеют формат карманного компьютера (массой не более 0,5 кг), широкие функциональные возможности. В частности, они снабжены аппаратным и встроенным программным обеспечением, ориентированным на организацию электронных справочников, хранящих имена, адреса и номера телефонов, информацию о расписании дня и встречах, списки текущих дел, записи расходов и т. п.; имеют встроенные текстовые, а иногда и графические редакторы, электронные таблицы.

Большинство PDA оснащены модемами и могут обмениваться информацией с другими ПК, а при подключении к вычислительной сети могут получать и отправлять электронную почту и факсы. Некоторые из них имеют даже автоматические номеронабиратели. Новейшие модели PDA с целью дистанционного беспроводного обмена информацией с другими компьютерами оборудованы радиомодемами и инфракрасными портами.

Ручной ввод информации возможен с клавиатуры (клавиатура QWERTY у моделей HP 100LX, Casio Boss, Psion Series), у некоторых моделей (Newton Message Pad — родоначальник класса PDA, Dyna Pad, Versa Pad и т. д.) имеется «перьевой» ввод: сенсорный экран, указка (перо) и экранная эмуляция клавиатуры (указкой можно «нажимать» клавиши на экране), а у других (Sharp Wizard) предусмотрен гибридный ввод: с клавиатуры, а для выбора пунктов меню и некоторых рукописных записей — перьевой ввод.

Электронные секретари обычно имеют небольшой жидкокристаллический дисплей (иногда размещенный в съемной крышке компьютера) и возможность наращивания ресурсов по спецификации PCMCIA.

Современные PDA вполне способны конкурировать с младшими моделями ноутбуков, существенно превосходя их по таким параметрам, как портативность, цена, удобство работы в пути, встроенные возможности поддержки самых современных телекоммуникационных технологий (сотовая телефония, пейджинговая связь, инфракрасная и радиосвязь). Еще недавно многие специалисты считали, что на смену эры ноутбуков уже пришла эра PDA. Все фирмы: Apple, Casio, Compaq, HP, IBM, Lucky, LG Electronics, Motorola, NEC, Sony, Sharp, Toshiba и т. д. выпустили свои PDA. Но инициативу перехватили КПК, в современное программное обеспечение которых входят программы, практически полностью обеспечивающие выполнение всех функций PDA. Поэтому в настоящее время класс PDA поглощен карманными ПК. Характеристики некоторых КПК приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1. Характеристики некоторых КПК

Параметры	Newton 130	Cassiopeia A-20	Cassiopeia E-125	Palm Vx	Jornada 680	Psion 5mx
Фирма-производитель	Apple Computer	Casio	Casio	Palm Inc	Hewlett-Packard	Psion
Тип КПК	Бесклавиатурный, монохромный	Бесклавиатурный, монохромный	Бесклавиатурный, цветной	Бесклавиатурный, монохромный	Клавиатурный, цветной	Клавиатурный, монохромный
Операционная система	Newton 2.0,	Windows CE	Windows CE	Palm OS 3.5	Windows CE	EPOC 32
Процессор	ARM 610, 20 МГц	Hitachi SH3-7709, 80 МГц	NEC Vr 4122, 150 МГц	Motorola Dragon Ball EZ, 20 МГц	Hitachi SH3-7709, 133 МГц	ARM 710T, 37 МГц
ОЗУ/ПЗУ, Мбайт	2,5/8	8/8	32/16	64/Flash	32/16	16/6
Разрешение экрана, пикселей, глубина цвета	320 × 240, 4 градации	640 × 420, 4 градации	320 × 240, 16 оттенков	160 × 160, 16 градаций	640 × 240, 256 оттенков	640 × 240, 16 градаций
Ввод информации	Рукописный, экранная клавиатура	Рукописный, экранная клавиатура	Рукописный, экранная клавиатура	Рукописный, экранная клавиатура	Клавиатура	Клавиатура
Поддержка кириллицы	+	+	+	+	+	+
Поддержка факсов	+	+	+	+	+	+
Поддержка сотовой телефонии	+	+	+	+	+	+

Параметры	Newton 130	Cassiopeia A-20	Cassiopeia E-125	Palm Vx	Jornada 680	Psion 5mx
Поддержка e-mail	+	+	+	+	+	+
Поддержка Интернет	+	+	+	+	+	+
Интерфейсы	RS-232, IrDA	RS-232, IrDA	USB, IrDA	RS-232, IrDA	RS-232, IrDA	RS-232, IrDA
Встроенные приложения						
Текстовый редактор	+	+	+	+	+	+
Электронные таблицы	-	+	+	+	+	+
Деловой календарь	+	+	+	+	+	+
Адресная книга	+	+	+	+	+	+
Браузер	-	+	+	+	+	+
Калькулятор	+	+	+	+	+	+
Диктофон	-	+	+	-	+	+
Размеры, мм		186 × 96 × 26	131 × 84 × 20	119 × 81 × 10	188 × 91 × 33	170 × 90 × 23
Вес, г		408	255	113	499	354

Планшетные компьютеры

В 2002–2003 годах получили распространение *планшетные компьютеры*, имеющие большой экран и позволяющие вводить информацию либо с помощью специальной указочки — электронного пера, либо с помощью клавиатуры.

Компьютеры с перьевым вводом часто называют Tablet PC. Они имеют габариты тома книги и позволяют вводить и редактировать информацию (тексты и рисунки), изображая ее на экране, как на обычном листе бумаги. При необходимости можно через интерфейс USB подключить к ним и клавиатуру. Tablet PC имеют достаточно емкую память; для них ожидается появление голосового ввода и беспроводного доступа в Интернет.

Функциональные характеристики Tablet PC соответствуют характеристикам хороших ноутбуков. Например, компания Matsushita Electric выпускает модели Toughbook 73 на форм-факторе А4 и Toughbook 18 на форм-факторе В4. Соответственно, они имеют: 13,3- и 10,4-дюймовые жидкокристаллические (LCD) дисплеи с разрешением 1024 × 768 пикселей, процессоры Pentium M 1300 и 900 МГц, чипсеты i855PM и i855GM, 256 Мбайт DDR SDRAM памяти, 30 и 40-гигабайтовые жесткие диски, комбинированный привод («комбо-драйв») для DVD и CD-RW, беспроводные интерфейсы. Габариты моделей: 297 × 254 × 42,5 мм и 271 × 216 × 48 мм,

вес — менее 2 кг. Планшетный ноутбук Acer TravelMate C110 на платформе Intel Centrino включает в себя 10,4-дюймовый LCD-дисплей, 256 Мбайт DDR SDRAM памяти, 60-гигабайтовый жесткий диск, интерфейсы USB2.0, IEEE 1394, адаптеры 802.11b (радиоканал) и Bluetooth, DVD-R или CD-RW-приводы, модем V.92. Планшетный ПК оснащен операционной системой MS Windows XP Tablet PC Edition, вес его — 1,2 кг.

В ряде стран выпускаются и более дешевые планшетные компьютеры (\$50–100) с вводом информации только с помощью клавиатуры. Они получили название «райтеров» (writer — писатель). «Райтер» представляет собой компьютер с жидкокристаллическим дисплеем и обычной (немалогабаритной) клавиатурой. Райтер имеет единственную встроенную программу текстового редактора (Word). В память райтера можно поместить текст до 10 авторских листов (солидная книга). Есть возможность обмениваться информацией через гибкий диск, поддерживаются проводная связь с персональным компьютером и электронная почта. «Райтеры» сейчас очень популярны среди журналистов и писателей, студентов.

Электронные записные книжки

Электронные записные книжки (Organizer — органайзеры) относятся к «легчайшей категории» портативных компьютеров (к этой категории, кроме них, относятся калькуляторы, электронные переводчики и т. д.); вес их не превышает 200 г. Органайзеры пользователем не программируются, но имеют память емкостью от 2 до 256 Кбайт, в которую можно записать необходимую информацию и отредактировать ее (имеется встроенный текстовый редактор); в памяти можно хранить телефонную и адресную книги, деловые письма, тексты соглашений, контрактов, распорядок дня и деловых встреч. В органайзерах имеется внутренний таймер и возможность звукового напоминания о деле в заданное время. Есть защита информации от несанкционированного доступа, обычно по паролю.

У органайзеров есть разъем для подключения к компьютеру, небольшой монохромный жидкокристаллический дисплей. Благодаря низкому потреблению мощности питание от аккумулятора обеспечивает без подзарядки хранение информации до 5 лет. К сожалению, большинство органайзеров не русифицированы, а программную русификацию сделать невозможно. Сравнительные характеристики переносных компьютеров приведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2. Сравнительные характеристики переносных компьютеров

Параметры	Модели компьютеров					
	Nomadic	Laptop	Notebook	КПК	PDA	Organizer
Вес (кг)	До 15	5–10	До 1	До 0,5	0,1–0,5	До 0,2
Габариты (см)	40 × 30 × 20	35 × 25 × 10	25 × 15 × 6	15 × 8 × 2,5	20 × 10 × 3	15 × 8 × 2,5
ОЗУ/ПЗУ (Мбайт)	до 512	до 512	до 256	32/16	16/16	0,25
НМД до (Гбайт)	65	501	30	–	–	–

Параметры	Модели компьютеров					
	Nomadic	Laptop	Notebook	ПКК	PDA	Organizer
Flash (Мбайт)	–	–	20	20	10	10
CD-ROM	Да	Да	Да	Нет	Нет	Нет
Диагональ экрана (см)	До 50	До 40	До 26	До 18	До 25	До 10
Разрешение до (пикселей)	1280 × 1024	1280 × 1024	1024 × 768	640 × 480	640 × 480	320 × 200

Таким образом, можно говорить о следующей иерархии использования компьютеров. Настольные персональные компьютеры с наибольшими возможностями предназначены для комфортной работы в стационарных условиях. Ноутбуки, немного уступающие по функциональности «старшим братьям», как нельзя кстати в тех случаях, если работа требует частых перемещений и достаточных компьютерных мощностей. Наконец, карманные персональные компьютеры являются идеальным решением, если необходимо всегда иметь их под рукой и не требуется решения сложных задач.

Вопросы для самопроверки

1. Нарисуйте блок-схему персонального компьютера и дайте характеристику основных его блоков.
2. Дайте краткую характеристику устройств, входящих в состав микропроцессора.
3. Что такое системная шина и каков ее состав?
4. Приведите иерархию запоминающих устройств ПК и поясните их назначение.
5. Дайте классификацию внешних устройств ПК и назовите состав устройств каждой группы.
6. Что такое математический сопроцессор и каково его назначение?
7. Что такое контроллер прямого доступа к памяти (DMA) и каково его назначение?
8. Что такое контроллер прерываний и каково его назначение?
9. Назовите основные конструктивные компоненты ПК и дайте им краткую характеристику.
10. Назовите и поясните основные функциональные характеристики ПК.
11. Чем определяется производительность компьютера?

Глава 5 Микропроцессоры и системные платы

Наиболее важными компонентами любого компьютера, обуславливающими его основные характеристики, являются микропроцессоры, системные платы и интерфейсы.

Микропроцессоры

Микропроцессор (МП), или Central Processing Unit (CPU) – функционально-завершенное программно управляемое устройство обработки информации, выполненное в виде одной или нескольких больших (БИС) или сверхбольших (СБИС) интегральных схем.

Микропроцессор выполняет следующие функции:

- вычисление адресов команд и операндов;
- выборку и дешифрацию команд из основной памяти (ОП);
- выборку данных из ОП, регистров МПП и регистров адаптеров внешних устройств (ВУ);
- прием и обработку запросов и команд от адаптеров на обслуживание ВУ;
- обработку данных и их запись в ОП, регистры МПП и регистры адаптеров ВУ;
- выработку управляющих сигналов для всех прочих узлов и блоков ПК;
- переход к следующей команде.

Основными параметрами микропроцессоров являются:

- разрядность;
- рабочая тактовая частота;
- размер кэш-памяти;
- состав инструкций;
- конструктив;
- рабочее напряжение и т. д.

Разрядность шины данных микропроцессора определяет количество разрядов, над которыми одновременно могут выполняться операции; разрядность шины адреса МП определяет его адресное пространство.

Адресное пространство — это максимальное количество ячеек основной памяти, которое может быть непосредственно адресовано микропроцессором.

Рабочая тактовая частота МП во многом определяет его внутреннее быстродействие, поскольку каждая команда выполняется за определенное количество тактов. Быстродействие (производительность) ПК зависит также и от тактовой частоты шины системной платы, с которой работает (может работать) МП.

Кэш-память, устанавливаемая на плате МП, имеет два уровня:

- L1 — память 1-го уровня, находящаяся внутри основной микросхемы (ядра) МП и работающая всегда на полной частоте МП (впервые кэш L1 был введен в МП i486 и у МП i386SLC);
- L2 — память 2-го уровня, кристалл, размещаемый на плате МП и связанный с ядром внутренней микропроцессорной шиной (впервые введен в МП Pentium II). Память L2 может работать на полной или половинной частоте МП. Эффективность этой кэш-памяти зависит и от пропускной способности микропроцессорной шины.

Состав инструкций — перечень, вид и тип команд, автоматически исполняемых МП. От типа команд зависит классификационная группа МП (CISC, RISC, VLIW и т. д.). Перечень и вид команд определяют непосредственно те процедуры, которые могут выполняться над данными в МП, и те категории данных, над которыми применимы эти процедуры. Дополнительные инструкции в небольших количествах вводились во многих МП (286, 486, Pentium Pro и т. д.). Но существенное изменение состава инструкций произошло в МП i386 (этот состав далее принят за базовый), Pentium MMX, Pentium III, Pentium 4.

Конструктив подразумевает те физические разъемные соединения, в которые устанавливается МП, и которые определяют пригодность материнской платы для установки МП. Разные разъемы имеют разную конструкцию (Slot — щелевой разъем, Socket — разъем-гнездо), разное количество контактов, на которые подаются различные сигналы и рабочие напряжения.

Рабочее(ие) напряжение(ия) также является фактором пригодности материнской платы для установки МП.

Первый микропроцессор был выпущен в 1971 году фирмой Intel (США) — МП 4004. В настоящее время разными фирмами выпускается много десятков различных микропроцессоров, но наиболее популярными и распространенными являются микропроцессоры фирмы Intel и Intel-подобные.

Все микропроцессоры можно разделить на группы:

- CISC (Complex Instruction Set Command) с полным набором системы команд;
- RISC (Reduced Instruction Set Command) с усеченным набором системы команд;
- VLIW (Very Length Instruction Word) со сверхбольшим командным словом;
- MISC (Minimum Instruction Set Command) с минимальным набором системы команд и весьма высоким быстродействием и т. д.

Микропроцессоры типа CISC

Большинство современных ПК типа IBM PC используют МП типа CISC, выпускаемые многими фирмами: Intel, AMD, Сугіх, IBM и т. д. Законодателем «мод» здесь выступает Intel, но ей «на пятки» наступает AMD, в последние годы создавшая МП по некоторым параметрам лучше «интеловских». Все же пока МП фирмы Intel имеют большее распространение; характеристики некоторых из них приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1. Характеристики некоторых CISC МП

Модель МП	Разрядность данных/адреса (бит)		Тактовая частота (МГц)	Адресное пространство (байт)	Состав команд ¹	Число элементов; Технология	Кэш L1 и L2 (Кбайт)	Напряжение питания; Конструктив	Год выпуска
Intel 4004	4	4	0,108	$4 \cdot 10^3$		2300; 10 мкм			1971
8080	8	8	2,0	$64 \cdot 10^3$		10 000; 6 мкм			1974
8086	16	16	4,77 и 8	10^6		70 000; 3 мкм			1979
8088	8, 16	16	4,77 и 8	10^6		70 000; 3 мкм			1978
80186	16	20	8 и 10	10^6		140 000			1981
80286	16	24	8–20	$16 \cdot 10^6$		180 000; 1,5 мкм			1982
80386	32	32	16–50	$4 \cdot 10^9$	Базовый	275 000; 1 мкм			1985
80486	32	32	25–100	$4 \cdot 10^9$	Базовый	$1,2 \cdot 10^6$; 1 мкм	8		1989
Pentium	64	32	60–233	$4 \cdot 10^9$	Базовый	$3,3 \cdot 10^6$; 0,5, 0,35 мкм	8 + 8	5 В; Socket 5	1993
Pentium Pro	64	32	150–200	$4 \cdot 10^9$	Базовый	$5,5 \cdot 10^6$; 0,5, 0,35 мкм	8 + 8	5 В; Socket 8	1995
Pentium MMX	64	36	166–233	$64 \cdot 10^9$	Базовый + 57 (MMX)	$5 \cdot 10^6$; 0,35 мкм	16 + 16	2,8 В; Socket 7	1997
Pentium II (Katmai)	64	36	233–600	$64 \cdot 10^9$	MMX + (MMX2)	$7,5 \cdot 10^6$; 0,25 мкм	16 + 16 512F/2	2,0 В; Slot 1	1997
Intel Celeron (Mendocino)	64	32	300–800	$4 \cdot 10^9$	MMX2	$19 \cdot 10^6$; 0,25, 0,22 мкм	16+16 128F	2,0 В; Slot 1, Socket 370	1998

Модель МП Intel	Разряд- ность данных/ адреса (бит)		Тактовая частота (МГц)	Адресное простран- ство (байт)	Состав команд ¹	Число элемен- тов; Техно- логия	Кэш L1 и L2 (Кбайт)	Напря- жение питания; Конст- руктив	Год вы- пуска
Pentium III (Coppermine)	64	36	500– 1000	$64 \cdot 10^9$	MMX + 70	$28 \cdot 10^6$; 0,18 мкм	16 + 16 256F	1,65 В; Slot 1, Socket 370	1999
Intel Pentium III Xeon	64	36	500– 1000	$64 \cdot 10^9$	MMX2	$30 \cdot 10^6$; 0,18, 0,13 мкм	16 + 16 256– 2048F	1,65 В; Slot 2	1999
Pentium 4 (Willamette)	64	36	1000– 3500	$64 \cdot 10^9$	MMX2 + 144	$42 \cdot 10^6$; 0,13 мкм	8 + 8 256F	1,1– 1,85 В Socket 423, 478	2000

¹ Условные обозначения в столбце «Состав команд»: «MMX +» означает, что имеется несколько дополнительных 32-битовых инструкций группы SSE (Streaming SIMD Extention). В столбце кэш символ F у кэш-памяти уровня L2 означает, что память работает на частоте процессора; обозначение F/2 — на половинной частоте процессора.

Следует знать, что:

- у микропроцессоров 80386, 80486 есть модификации с буквами SX, DX, SL и т. д., отличающиеся от базовой модели разрядностью шины, тактовой частотой, надежностью, габаритами, потреблением энергии, амплитудой напряжения и другими параметрами;
- микропроцессоры Pentium, Pentium II, Pentium III имеют много различных модификаций, некоторые из них будут названы далее;
- число элементов — это количество элементарных полупроводниковых переходов, размещенное в интегральной схеме МП. Технология обычно характеризуется размером элемента в микронах (микронная технология).

Следует также знать, что:

- микропроцессоры 80486DX и выше имеют встроенный математический сопроцессор, могут работать с *умножением внутренней частоты*. С увеличенной частотой работают только *внутренние* схемы МП, все внешние по отношению к МП схемы, в том числе расположенные и на системной плате, работают с обычной частотой;
- у МП 80286 и выше конвейерное выполнение команд. В МП 286 предусмотрены регистры для очереди команд общим размером 6 байтов, в МП 486 — 16 байтов и т. д. *Конвейерное выполнение команд* — это одновременное выполнение разных тактов последовательных команд в разных частях МП при непосредственной передаче результатов из одной части МП в другую. Конвейерное выполнение команд увеличивает эффективное быстродействие ПК в 2–5 раз;
- у МП 80286 и выше есть возможность работы в *вычислительной сети*;

- у МП 80286 и выше имеется возможность *многозадачной работы* (многопрограммность) и сопутствующая ей защита памяти. Современные микропроцессоры имеют два режима работы.
 - реальный (однозадачный, Real Address Mode), в котором возможно выполнение только одной программы и непосредственно адресоваться могут только 1024 + 64 Кбайт основной памяти компьютера, а остальная память (расширенная) доступна лишь при подключении специальных драйверов, поддерживается операционной системой DOS;
 - защищенный (многозадачный, Protected Virtual Address Mode), обеспечивающий выполнение сразу нескольких программ, непосредственную адресацию и прямой доступ (без дополнительных драйверов) к расширенной основной памяти. Предоставляется непосредственный доступ к памяти емкостью 16 Мбайт для МП 286; 4 Гбайт для процессоров 386, 486, Celeron; 100 Гбайт для МП Pentium Xeon и 64 Гбайт для остальных процессоров Pentium, а при страничной организации памяти — к 16 Тбайт виртуальной памяти для каждой задачи. В этом режиме осуществляется автоматическое распределение памяти между выполняемыми программами и соответствующая ее защита от обращений со стороны чужих программ. Защищенный режим поддерживается операционными системами Windows, OS/2, UNIX и т. д.
- в МП 80386 и выше встроена поддержка системы виртуальных машин. Система виртуальных машин является дальнейшим развитием режима многозадачной работы, при котором каждая задача может выполняться под управлением своей операционной системы, то есть практически в одном МП моделируется как бы несколько компьютеров, работающих параллельно и имеющих разные операционные системы;
- у МП 80486 и выше имеется поддержка кэш-памяти 2-х уровней (L1 и L2);
- у МП 80486 и выше имеются RISC-элементы, позволяющие выполнять короткие операции за 1 такт.

Микропроцессоры Pentium

Микропроцессоры 80586 (P5) более известны по их товарной марке *Pentium*, которая запатентована фирмой Intel (МП 80586 других фирм имеют иные обозначения: K5 у фирмы AMD, M1 у фирмы SugiX и т. д.). Эти микропроцессоры имеют пятиступенную конвейерную структуру, обеспечивающую многократное совмещение тактов выполнения последовательных команд (возможно независимое выполнение сразу двух простых команд), и кэш-буфер для команд условной передачи управления, позволяющий предсказывать направление ветвления программ; по эффективному быстродействию они приближаются к RISC МП, выполняющим каждую команду как бы за один такт. Процессоры Pentium имеют 32-разрядную адресную шину и 64-разрядную шину данных. Обмен данными с системой может выполняться со скоростью 1 Гбайт/с.

У всех МП Pentium имеется встроенная кэш-память, отдельно для команд, отдельно для данных по 8–16 Кбайт, и встроенный контроллер кэш-памяти 2-го уровня (что обеспечивает работу последней на внутренней частоте МП); имеются специализированные конвейерные аппаратные блоки сложения, умножения

и деления, существенно ускоряющие выполнение операций с плавающей запятой. Удачные архитектурные решения МП Pentium обусловили то, что производительности микропроцессоров 486DX4-120 и Pentium-60 приблизительно одинаковы (то есть за счет архитектуры производительность увеличилась в два раза).

Микропроцессоры Pentium Pro

В сентябре 1995 года прошли презентацию и выпущены МП шестого поколения 80686 (P6), торговая марка Pentium Pro. Микропроцессор состоит из двух кристаллов: собственно МП и кэш-памяти. Но он не полностью совместим с просто Pentium и, в частности, требует специальную системную плату. Pentium Pro прекрасно работает с 32-битовыми приложениями, а в 16-битовых иногда даже несколько проигрывает просто Pentium. Новые схемотехнические решения обеспечивают для ПК более высокую производительность. Часть этих новшеств может быть объединена понятием «динамическое исполнение» (dynamic execution), что, в первую очередь, означает наличие многоступенчатой суперконвейерной структуры (superscalar), предсказания ветвлений программы при условных передачах управления (multiple branch prediction) и исполнение команд по предполагаемому пути ветвления (speculative execution).

В программах решения многих задач, особенно экономических, содержится большое число условных передач управления. Если процессор может заранее *предсказывать направление перехода* (ветвления), то производительность его работы значительно повысится за счет оптимизации загрузки вычислительных конвейеров. Тем не менее следует сказать, что если путь ветвления предсказан неверно, процессор должен сбросить полученные результаты, очистить конвейеры и загрузить нужные команды заново, что требует достаточно большого числа тактов. В процессоре Pentium Pro вероятность правильного предсказания 90%, против 80% у МП Pentium.

Кэш-память емкостью 256–512 Кбайт — обязательный атрибут высокопроизводительных систем на процессорах Pentium. Однако у них встроенная кэш-память имеет небольшую емкость (16 Кбайт), а основная ее часть находится вне процессора на материнской плате. Поэтому обмен данными с ней происходит не на внутренней частоте МП, а на частоте тактового генератора, которая обычно в 2–5 раз ниже, что снижает общее быстродействие компьютера. В МП Pentium Pro есть и кэш-память 1-го уровня (по 8 Кбайт для команд и данных) и кристалл кэш-памяти 2-го уровня емкостью 256 или 512 Кбайт, расположенный тоже на плате самого микропроцессора и работающий на внутренней частоте МП.

Микропроцессоры Pentium MMX и Pentium II

В январе и в июне 1997 года прошли презентацию модернизированные для работы в мультимедийной технологии микропроцессоры Pentium и Pentium Pro, получившие торговые марки соответственно Pentium MMX (MMX — MultiMedia eXtention) и Pentium II. МП Pentium MMX содержит дополнительные 57 команд, ориентированные на обработку аудио- и видеoinформации, увеличенную вдвое (до 32 Кбайт) кэш-память, дополнительные восемь 64-битовых регистров, новый блок предсказания ветвлений, заимствованный у МП Pentium Pro, и т. д. Вследствие этого у него на 1 000 000 транзисторных элементов больше, чем у МП Pentium.

Для эффективного использования этих микропроцессоров во все старые программы (в том числе и в операционные системы Windows 95, Windows NT) необходимо включить согласующие программные фрагменты; правда, и без них МП Pentium MMX несколько производительнее просто МП Pentium. При выполнении обычных приложений Pentium MMX на 10–15% быстрее Pentium, а при работе мультимедийных приложений с использованием новых 57 команд он уже эффективнее на 30% (для сравнения: МП Pentium Pro опережает МП Pentium при выполнении обычных приложений примерно на 20%). Программы, написанные с учетом специфики Pentium MMX, не будут работать на ПК с обычным МП Pentium. Для МП Pentium MMX требуется системная плата с разъемом Socket 7, с новой BIOS, поддерживающей MMX, и с двумя напряжениями питания (3,5 и 2,8 В).

МП Pentium II имеет иную конструкцию, нежели все остальные МП, в частности, он выполнен в виде небольшой платы-картриджа (корпус SECC), на которой размещены сам процессор (содержащий 7,5 млн транзисторов против 5,5 млн в МП Pentium Pro) и четыре микросхемы кэш-памяти 2-го уровня, общим объемом 512 Кбайт. Кэш-память 1-го уровня, находящаяся в микросхеме самого процессора, имеет емкость 32 Кбайта против 16 Кбайт, имевшихся в МП Pentium Pro, но кэш-память 2-го уровня работает не на внутренней частоте МП, а на вдвое меньшей частоте.

Важным отличием Pentium II является архитектура двойной независимой шины (первые варианты введения такой шины были уже у МП Pentium Pro). Процессор обменивается данными с кэшем L2 по специализированной высокоскоростной шине (иногда называемой backside — задней), отделенной от системной шины (frontside — передней). Системная шина работает на частоте материнской платы, и это существенно снижает эффективное быстродействие компьютера. Наличие же backside-шины ускоряет обмен с кэш-памятью.

МП Pentium II поддерживает двухпроцессорную конфигурацию ПК. В МП Pentium Pro и Pentium II появилась качественно новая перспектива: начали внедряться так называемые инструкции SIMD (Single Instruction Multiply Data — сравните со структурами многопроцессорных систем), в которых одно и то же действие совершается над многими данными (эта технология получит развитие в следующих моделях МП). МП производится на основе технологии 0,35 мкм и использует напряжение питания 2,8 В. Для него, естественно, требуется иная системная плата, чем для всех других Pentium. Микропроцессоры Pentium II имеют много модификаций: Klamath, Deschutes, Katmai, Tanga; МП средней группы Celeron — Covington, Mendocino, Dixon.

Для более дешевых компьютеров предложили облегченный вариант процессора, названный **Celeron**. Первые процессоры Celeron имели частоты 266 и 300 МГц. Вторичный кэш исключили, что заметно отразилось на производительности ПК (системные платы с разъемом Slot 1 вторичного кэша не имеют), и ПК на их основе оказались малоэффективными. Тогда были выпущены процессоры **Celeron A**, которые имеют небольшой (128 Кбайт) вторичный кэш, установленный на плате

МП и работающий уже на полной частоте МП. Эти процессоры, известные также под названием Mendocino, стали очень популярными.

Кроме широко известных особенностей вторичного кэша (либо его нет, либо 128 Кбайт) процессор Celeron имеет следующие отличия от Pentium II:

- разрядность шины адреса сокращена с 36 до 32 битов (адресуемая память — 4 Гбайт);
- несколько ослаблены процедуры контроля достоверности преобразования информации;
- Celeron предназначен только для однопроцессорных конфигураций.

Процессоры Celeron A являются самыми популярными из недорогих компьютеров и в настоящее время. Большинство МП Pentium II, в том числе и Celeron A, поддерживают частоту шины системной платы 100, 133 и более МГц (предыдущие модели — только 66 МГц).

Микропроцессоры Pentium III

Новинка 1999 года — процессоры Pentium III (Coppermine) — являются дальнейшим развитием Pentium II. Их главным отличием является основанное на новом блоке 128-разрядных регистров расширение набора SIMD-инструкций, ориентированных на форматы данных с плавающей запятой — SSE (Streaming SIMD Extensions). По возможностям мультипроцессорных конфигураций эти процессоры аналогичны своим предшественникам Pentium II.

Кэш 2-го уровня у МП Pentium III имеет размер 256 Кбайт, работает на полной частоте МП и обслуживается быстродействующей backside-шиной, что во много раз ускоряет как работу с кэшем, так и производительность ПК в целом. МП Pentium III предназначены для работы с материнскими платами, имеющими чипсеты (набор микросхем, связывающих процессор с остальной системой) Intel: 440BX, 440ZX, 440GX, 810, 815, 820, 840 и более новые; поддерживают частоту шины материнской платы 100, 133, 150 МГц и выше. «Простые» Pentium III устанавливаются в Slot 1, Pentium III Xeon — в Slot 2. Процессоры Pentium III Xeon (и последующие модели Tanner, Cascades) являются продолжением линии МП Pentium Pro и отличаются увеличенным кэшем 2-го уровня (512, 1024 и 2048 Кбайт), работающим на полной частоте МП.

Микропроцессоры Pentium 4

Последняя на 2001 год модификация МП Pentium — Pentium 4. Она предназначена для высокопроизводительных компьютеров, в первую очередь серверов, рабочих станций класса high-end и мультимедийных игровых ПК. Рассмотрим основные особенности Pentium 4.

Добавлены 144 новые потоковые инструкции, расширяющие набор SIMD-инструкций, ориентированных на форматы данных с плавающей запятой — SSE (Streaming SIMD Extensions). Модуль вычислений с плавающей запятой и потоковый модуль оптимизированы для работы с видео- и аудиопотоками, 3D-технологиями.

Имеется кэш 2-го уровня размером 256 Кбайт; он работает на полной частоте МП, использует встроенную программу коррекции ошибок и обслуживается быстродействующей с разрядностью 256 битов (32 байта) шиной, работающей на частоте МП. Это для Pentium 4 с частотой 1500 МГц, например, обеспечивает скорость обмена с кэшем 48 Гбайт/с.

Есть возможность работы с системной шиной с эквивалентной частотой 400 МГц (Quad-Pumped Bus по 100 МГц), что обеспечивает скорость обмена 3,2 Гбайт/с.

Вновь улучшена система «динамического исполнения» (dynamic execution), что, в первую очередь, связано с наличием 20-ступенной (у МП Pentium III конвейер имел 10 ступеней) суперконвейерной структуры (superspipelining), лучшего предсказания ветвлений программы при условных передачах управления (branch prediction) и параллельного «по предположению» (опережающего, спекулятивного) исполнения команд по нескольким предполагаемым путям ветвления (speculative execution). Поясним это. Динамическое исполнение позволяет процессору предсказывать порядок выполнения инструкций при помощи технологии *множественного предсказания ветвлений*, которая прогнозирует прохождение программы по нескольким ветвям. Это оказывается возможным, поскольку в процессе исполнения инструкции процессор просматривает программу на несколько шагов вперед. Технология *анализа потока данных* позволяет проанализировать программу и составить ожидаемую последовательность исполнения инструкций независимо от порядка их следования в тексте программы. И, наконец, *опережающее выполнение* повышает скорость работы программы за счет выполнения нескольких инструкций одновременно, по мере их поступления в ожидаемой последовательности — то есть по предположению (интеллектуально). Поскольку выполнение инструкций происходит на основе предсказания ветвлений, результаты сохраняются как «интеллектуальные» с последующим удалением тех, которые вызваны промахами в предсказании. На конечном этапе порядок инструкций и результатов их выполнения восстанавливается до первоначального.

Используется новая микроархитектура, базирующаяся на двух параллельных 32-битовых конвейерах и поддерживающая технологию поточной обработки Super Pipelined. Это позволило сделать эффективным длинный конвейер. Суть в том, что при длинном конвейере в задачах с частыми условными переходами его эффективность снижается. Два параллельных конвейера снижение эффективности уменьшают. Теперь реальна ситуация, когда в каждый момент времени одна инструкция загружается, другая декодируется, для третьей (или нескольких) формируется пакет данных, четвертая инструкция (или несколько) исполняется, для пятой записывается результат. И если при строго последовательном исполнении инструкций даже самые короткие операции исполнялись за 5 тактов, то при такой поточной обработке многие инструкции могут быть выполнены за такт.

Новая технология ускоренных вычислений (Rapid Execution Engine) использует два быстрых, работающих на удвоенной частоте процессора АЛУ, выполняющие короткие арифметические и логические операции за 0,5 такта, и третье медленное АЛУ, исполняющее длинные операции (умножение, деление и т. д.).

Процессор имеет площадь кристалла 217 мм², потребляет 52 Вт при частоте 1500 МГц, содержит 42 миллиона транзисторов. На базе Pentium 4 можно создать высокоэффективную MMX-систему, но для этого необходимо наличие:

- программного обеспечения, ориентированного на использование дополнительных команд этого процессора;
- системной платы с чипсетами, поддерживающими данные микропроцессоры.

В 2002–2003 годах корпорация Intel представила:

- **семейство МП Pentium III Tualatin** на основе технологии 0,13 мкм с улучшенными по сравнению с Coredemine характеристиками (тактовые частоты до 1266 МГц, кэш-память L2 емкостью до 512 Кбайт, работающая на частоте микропроцессора, с поддержкой частоты системной шины (FSB) до 133 МГц). Выпускаются МП 3-х видов: для портативных и настольных компьютеров и для серверов;
- **МП Celeron** с тактовыми частотами **2,3 и 2,4 ГГц**, изготовленные по технологии 0,13 мкм и поддерживающие FSB = 400 МГц;
- **новое поколение МП Pentium 4**, поддерживающее FSB = 800 МГц с собственными тактовыми частотами 3,0 и 4,3 ГГц и системный **чипсет i875** для этих МП;
- **технологии Intel Centrino** для портативных компьютеров с компонентами: **МП Pentium M**, системный **чипсет i855** и средства беспроводного доступа по протоколу IEEE 802.11b — **Intel PRO/Wireless**.

Intel обещала выпустить также другие МП: в 2003 году по технологии 0,09 мкм, а в 2005 году — по технологии 0,065 мкм и довести тактовую частоту МП до 20 ГГц.

Микропроцессоры Over Drive

Интерес представляют МП Over Drive, по существу являющиеся своеобразными сопроцессорами, обеспечивающими для МП 80486 режимы работы и эффективное быстроедействие, характерные для МП Pentium, а для МП Pentium — увеличение их производительности (в частности, Over Drive 125, 150 и 166 соответственно для Pentium 75, 90 и 100, увеличивающие их внутреннюю частоту до указанных для Over Drive величин).

Микропроцессоры типа RISC

Микропроцессоры типа RISC содержат только набор простых, чаще всего встречающихся в программах команд. При необходимости выполнения более сложных команд в микропроцессоре производится их автоматическая сборка из простых. В этих МП все простые команды имеют одинаковый размер и на выполнение каждой из них тратится 1 машинный такт (на выполнение даже самой короткой команды из системы CISC обычно тратится 4 такта). Один из первых МП типа RISC — ARM (на его основе был создан ПК IBM PC RT): 32-разрядный МП,

имеющий 118 различных команд. Современные 64-разрядные RISC-микропроцессоры выпускаются многими фирмами: Apple (PowerPC), IBM (PPC), DEC (Alpha), HP (PA), Sun (Ultra SPARC) и т. д.

Микропроцессоры **PowerPC** (Performance Optimized With Enhanced PC) весьма перспективны и уже сейчас широко применяются в машинах-серверах и в ПК типа Macintosh. Микропроцессоры PowerPC имеют тактовую частоту до нескольких ГГц, а микропроцессоры Alpha — тактовую частоту больше 2 ГГц. Микропроцессоры типа RISC характеризуются очень высоким быстродействием, но они программно не совместимы с CISC-процессорами: при выполнении программ, разработанных для ПК типа IBM PC, они могут лишь *эмулировать* (моделировать, имитировать) МП типа CISC на программном уровне, что приводит к резкому уменьшению их эффективной производительности.

Микропроцессоры типа VLIW

Это новый и весьма перспективный тип МП. Микропроцессоры типа **VLIW** выпускают фирмы Transmeta — это микропроцессор **Crusoe** моделей TM3120, TM5400, TM5600 (технология 0,18 мкм, тактовые частоты до 700 МГц), Intel — модель **Mersed** (торговая марка Itanium, 800 МГц) и Hewlett-Packard — модель **McKinley**. Следует заметить, что при более глубоком анализе технология **EPIC** (Explicitly Parallel Instruction Computing — вычисления с явной параллельностью инструкций), которой придерживаются фирмы Intel и HP, незначительно отличается от технологии VLIW, принятой за основу фирмой Transmeta. Но эти отличия несущественны, поэтому микропроцессоры VLIW и EPIC можно отнести к одной группе.

МП **Merced** — первый процессор, использующий полный набор 64-битовых инструкций (Intel Architecture-64, **IA-64**; именно эта технология называется EPIC). Микропроцессор с тактовой частотой 1200 МГц изготавливается по технологическим нормам 0,18 мкм. К VLIW-типу можно отнести и ожидавшийся в 2002 году МП Elbrus 2000 — E2k, разработанный российской компанией «Эльбрус». И хотя E2k пока существует в виде компьютерной модели, этот процессор оставил «русский след» в американских проектах — о схожести определенных черт E2k и процессора Crusoe компании Transmeta, а также архитектуры IA-64 (Intel и HP) много писалось в прессе.

Программисты доступа к внутренним VLIW-командам не имеют: все программы (даже операционная система) работают поверх специального низкоуровневого программного обеспечения (Code Morphing), которое ответственно за трансляцию команд CISC-микропроцессоров в команды VLIW. МП типа VLIW вместо сложной схемной логики, обеспечивающей в современных суперскалярных микропроцессорах параллельное исполнение команд, опираются на программное обеспечение. Упрощение аппаратуры позволило уменьшить габариты МП и потребление энергии (эти МП иногда называют «холодными»).

Архитектура CISC появилась в 1978 году. Тогда процессоры представляли собой скалярные устройства (то есть могли в каждый момент времени выполнять только одну команду), при этом конвейеров практически не было. Процессоры содержали десятки тысяч транзисторов. МП RISC были разработаны в 1986 году,

когда технология суперскалярных-конвейеров только начала развиваться. Процессоры содержали сотни тысяч транзисторов. В конце 90-х наиболее совершенные процессоры уже содержат миллионы, десятки миллионов транзисторов. Первые МП архитектуры IA-64 содержат десятки миллионов транзисторов. В дальнейших модификациях их число, вероятно, увеличится до сотен миллионов.

Архитектура IA-64 не является ни 64-разрядным расширением архитектуры CISC, ни переработкой архитектуры RISC. IA-64 представляет собой новую архитектуру, использующую длинные слова команд (LIW), предикаты команд (instruction predication), исключение ветвлений (branch elimination), предварительную загрузку данных (speculative loading) и другие ухищрения для того, чтобы обеспечить больший параллелизм выполнения программ. Но, тем не менее, IA-64 — это компромисс между CISC и RISC, попытка сделать их совместимыми: существуют два режима декодирования команд — VLIW и старый CISC. Программы автоматически переключаются в необходимый режим исполнения. Для работы с VLIW операционные системы должны содержать и 64-разрядную часть на IA-64, и старую 32-разрядную.

Все новые МП создаются на основе технологий, обеспечивающих формирование элементов с линейным размером порядка 0,015 мкм и ниже (традиционные МП 80486 и Pentium использовали 0,8-мкм элементы).

Уменьшение размеров элементов обеспечивает возможность:

- увеличения тактовой частоты МП до сотен мегагерц и выше;
- уменьшения перегрева МП, что позволяет использовать пониженное напряжение питания 1–2 В (вместо 5 В).

Физическая и функциональная структура микропроцессора

Физическая структура микропроцессора достаточно сложна. Ядро процессора содержит главный управляющий модуль и исполняющие модули — блоки выполнения операций над целочисленными данными. К локальным управляющим схемам относятся: блок плавающей запятой, модуль предсказания ветвлений, модуль преобразования CISC-инструкций во внутренний RISC-микрокод, регистры микропроцессорной памяти (в МП типа VLIW до 256 регистров), регистры кэш-памяти 1-го уровня (отдельно для данных и инструкций), шинный интерфейс и многое другое.

В состав микропроцессора Pentium обычно входят следующие физические компоненты:

- Core — ядро МП;
- Execution Unit — исполняющий модуль;
- Integer ALU — АЛУ для операций с целыми числами (с фиксированной запятой);
- Registers — регистры;

- Floating Point Unit — блок для работы с числами с плавающей запятой;
- Primary Cache — кэш первого уровня, в том числе кэш данных (Data Cache) и кэш команд (Code Cache);
- Instruction Decode and Prefetch Unit и Branch Predictor — блоки декодирования инструкций, опережающего их исполнения и предсказания ветвлений;
- Bus Interface — интерфейсные шины, в том числе 64- и 32-битовая шины, и выход на системную шину к оперативной памяти (To RAM).

Функционально МП можно разделить на две части:

- *операционную*, содержащую устройство управления (УУ), арифметико-логическое устройство (АЛУ) и микропроцессорную память (МПП) (за исключением нескольких адресных регистров);
- *интерфейсную*, содержащую адресные регистры МПП; блок регистров команд — регистры памяти для хранения кодов команд, выполняемых в ближайших тактах; схемы управления шиной и портами.

Обе части МП работают параллельно, причем интерфейсная часть опережает операционную, так что выборка очередной команды из памяти (ее запись в блок регистров команд и предварительный анализ) происходит во время выполнения операционной частью предыдущей команды. Современные микропроцессоры имеют несколько групп регистров в интерфейсной части, работающих с различной степенью опережения, что позволяет выполнять операции в конвейерном режиме. Такая организация МП позволяет существенно повысить его эффективное быстродействие.

Устройство управления

Устройство управления (УУ) является функционально наиболее сложным устройством ПК — оно вырабатывает управляющие сигналы, поступающие по кодовым шинам инструкций (КШИ) во все блоки машины. Упрощенная функциональная схема УУ показана на рис. 5.1.

На рисунке представлены:

- *регистр команд* — запоминающий регистр, в котором хранится код команды — код выполняемой операции (КОП) и адреса операндов, участвующих в операции. Регистр команд расположен в интерфейсной части МП, в блоке регистров команд;
- *дешифратор операций* — логический блок, выбирающий в соответствии с поступающим из регистра команд кодом операции (КОП) один из множества имеющихся у него выходов;
- *постоянное запоминающее устройство (ПЗУ) микропрограмм* хранит в своих ячейках управляющие сигналы (импульсы), необходимые для выполнения в блоках ПК процедур обработки информации. Импульс по выбранному дешифратором операций в соответствии с кодом операции проводу считывает из ПЗУ микропрограмм необходимую последовательность управляющих сигналов;

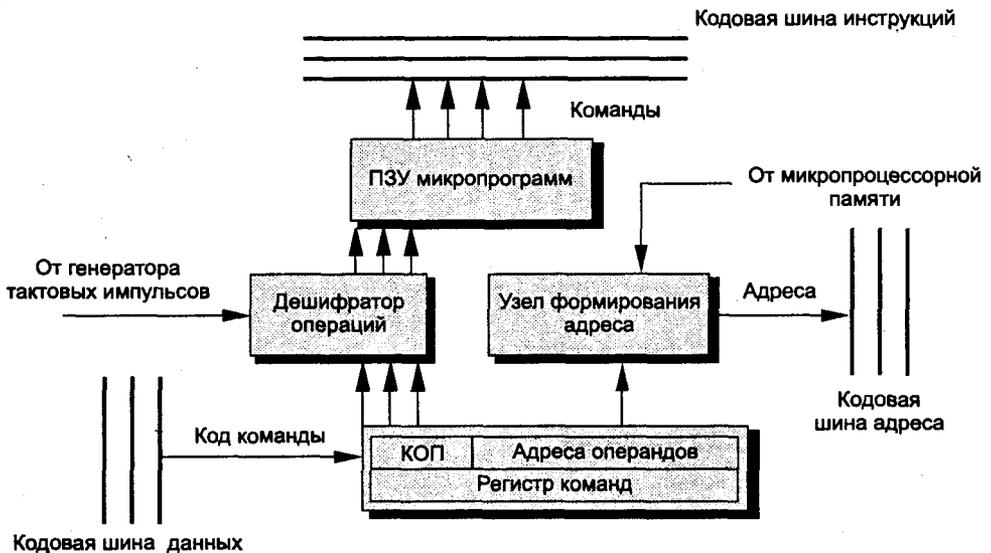


Рис. 5.1. Укрупненная функциональная схема УУ

- ❑ *узел формирования адреса* (находится в интерфейсной части МП) — устройство, вычисляющее полный адрес ячейки памяти (регистра) по реквизитам, поступающим из регистра команд и регистров МПП;
- ❑ *кодовые шины данных, адреса и инструкций* — часть внутренней интерфейсной шины микропроцессора.

В общем случае УУ формирует управляющие сигналы для выполнения следующих основных процедур:

- ❑ выборка из регистра-счетчика адреса команды МПП адреса ячейки ОЗУ, где хранится очередная команда программы;
- ❑ выборка из ячеек ОЗУ кода очередной команды и приема считанной команды в регистр команд;
- ❑ расшифровка кода операции и признаков выбранной команды;
- ❑ считывание из соответствующих расшифрованному коду операции ячеек ПЗУ микропрограмм управляющих сигналов (импульсов), определяющих во всех блоках машины процедуры выполнения заданной операции, и пересылка управляющих сигналов в эти блоки;
- ❑ считывание из регистра команд и регистров МПП отдельных составляющих адресов операндов (чисел), участвующих в вычислениях, и формирование полных адресов операндов;
- ❑ выборка операндов (по сформированным адресам) и выполнение заданной операции обработки этих операндов;
- ❑ запись результатов операции в память;
- ❑ формирование адреса следующей команды программы.

Арифметико-логическое устройство

Арифметико-логическое устройство (АЛУ) предназначено для выполнения арифметических и логических операций преобразования информации. Функционально АЛУ (рис. 5.2) состоит обычно из двух регистров, сумматора и схем управления (местного устройства управления).

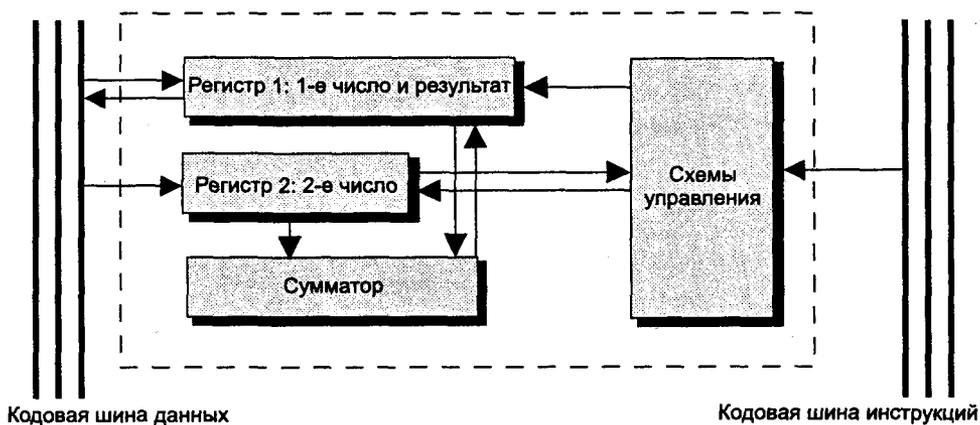


Рис. 5.2. Функциональная схема АЛУ

Сумматор — вычислительная схема, выполняющая процедуру сложения поступающих на ее вход двоичных кодов; сумматор имеет разрядность двойного машинного слова.

Регистры — быстродействующие ячейки памяти различной длины: регистр 1 имеет разрядность двойного слова, а регистр 2 — разрядность слова. При выполнении операций в регистр 1 помещается первое число, участвующее в операции, а по завершении операции — результат; в регистр 2 — второе число, участвующее в операции (по завершению операции информация в нем не изменяется). Регистр 1 может и принимать информацию с кодовых шин данных и выдавать информацию на них; регистр 2 только получает информацию с этих шин.

Схемы управления принимают по кодовым шинам инструкций управляющие сигналы от устройства управления и преобразуют их в сигналы для управления работой регистров и сумматора АЛУ.

АЛУ выполняет арифметические операции «+», «-», «x» и «:» только над двоичной информацией с запятой, фиксированной после последнего разряда, то есть только над целыми двоичными числами. Выполнение операций над двоичными числами с плавающей запятой и над двоично-кодированными десятичными числами осуществляется с привлечением математического сопроцессора или по специально составленным программам.

Рассмотрим в качестве примера выполнение команды умножения. Перемножаются числа 1101 и 1011 (числа для простоты взяты 4-битовыми). Множимое находится в регистре 1, имеющем удвоенную по отношению к регистру 2 разрядность; множитель размещается в регистре 2. Операция умножения требует для своего

выполнения нескольких тактов. В каждом такте число из регистра 1 проходит в сумматор (имеющий также удвоенную разрядность) только в том случае, если в младшем разряде регистра 2 находится 1. В данном примере в первом такте число 1101 пройдет в сумматор, и в этом же первом такте число в регистре 1 сдвигается на 1 разряд влево, а число в регистре 2 — на 1 разряд вправо. В конце такта после сдвигов в регистре 1 будет находиться число 11010, а в регистре 2 — число 101. Во втором такте число из регистра 1 пройдет в сумматор, так как младший разряд в регистре 2 равен 1; в конце такта числа в регистрах опять будут сдвинуты влево и вправо, так что в регистре 1 окажется число 110100, а в регистре 2 — число 10. В третьем такте число из регистра 1 не пройдет в сумматор, так как младший разряд в регистре 2 равен 0; в конце такта числа в регистрах будут сдвинуты влево и вправо, так что в регистре 1 окажется число 1101000, а в регистре 2 — число 1. На четвертом такте число из регистра 1 пройдет в сумматор, поскольку младший разряд в регистре 2 равен 1; в конце такта числа в регистрах будут сдвинуты влево и вправо, так что в регистре 1 окажется число 11010000, а в регистре 2 — число 0. Поскольку множитель в регистре 2 стал равным 0, операция умножения заканчивается. В результате в сумматор последовательно поступят и будут сложены числа: 1101, 11010, 1101000; их сумма 10001111 (143 в десятичной системе) и будет равна произведению чисел 1101×1011 (13×11 десятичные).

Микропроцессорная память

Микропроцессорная память (МПП) базового МП 8088 включает в себя 14 двухбайтовых запоминающих регистров. У МП 80286 и выше имеются дополнительные регистры, например, у МП типа VLIW есть 256 регистров, из которых 128 — регистры общего назначения. У МП 80386 и выше некоторые регистры, в том числе и регистры общего назначения, — 4-байтовые (у МП Pentium есть и восьмибайтовые регистры). Но в качестве базовой модели, в частности для языка программирования ассемблер и отладчика программ Debug, используется 14-регистровая система МПП.

Все регистры можно разделить на 4 группы:

- универсальные регистры: AX, BX, CX, DX;
- сегментные регистры: CS, DS, SS, ES;
- регистры смещения: IP, SP, BP, SI, DI;
- регистр флагов: FL.

Если регистры 4-байтовые или 8-байтовые, их имена несколько изменяются, например 4-байтовые универсальные регистры AX, BX, CX, DX именованы соответственно EAX, EBX, ECX, EDX. При этом если используется их двухбайтовая или однобайтовая часть, наименования этих частей регистров соответствуют рассматриваемым ниже.

Универсальные регистры

Регистры AX, BX, CX и DX являются универсальными (их часто называют регистрами общего назначения — РОН); каждый из них может использоваться для временного хранения любых данных, при этом позволено работать с каждым

регистром целиком, а можно отдельно и с каждой его половиной (регистры AH, BH, CH, DH — старшие (High) байты, а регистры AL, BL, CL, DL — младшие (Low) байты соответствующих 2-байтовых регистров). Но каждый из универсальных регистров может использоваться и как специальный при выполнении некоторых конкретных команд программы. В частности:

- регистр AX — регистр-аккумулятор, через его порты осуществляется ввод-вывод данных в МП, а при выполнении операций умножения и деления AX используется для хранения первого числа, участвующего в операции (множимого, делимого), и результата операции (произведения, частного) после ее завершения;
- регистр BX часто используется для хранения адреса базы в сегменте данных и начального адреса поля памяти при работе с массивами;
- регистр CX — регистр-счетчик, используется как счетчик числа повторений при циклических операциях;
- регистр DX используется как расширение регистра-аккумулятора при работе с 32-разрядными числами и при выполнении операций умножения и деления, используется для хранения номера порта при операциях ввода-вывода и т. д.

Сегментные регистры

Регистры сегментной адресации **CS, DS, SS, ES** используются для хранения начальных адресов полей памяти (сегментов), отведенных в программах для хранения¹:

- команд программы (сегмент кода — CS);
- данных (сегмент данных — DS);
- стековой области памяти (сегмент стека — SS);
- дополнительной области памяти данных при межсегментных пересылках (расширенный сегмент — ES), поскольку размер сегмента в реальном режиме работы МП ограничен величиной 64 Кбайт.

Регистры смещений

Регистры смещений (внутрисегментной адресации) **IP, SP, BP, SI, DI** предназначены для хранения относительных адресов ячеек памяти внутри сегментов (смещений относительно начала сегментов):

- регистр IP (Instruction Pointer) хранит смещение адреса текущей команды программы;
- регистр SP (Stack Pointer) — смещение вершины стека (текущего адреса стека);
- регистр BP (Base Pointer) — смещение начального адреса поля памяти, непосредственно отведенного под стек;

¹ Варианты адресации ячеек ОП с использованием регистров сегментов и смещений рассмотрены в главе 9 «Программное управление — основа автоматизации вычислительного процесса», раздел «Адресация регистров и ячеек памяти в ПК».

- регистры SI, DI (Source Index и Destination Index соответственно) предназначены для хранения адресов индекса источника и приемника данных при операциях над строками и им подобных.

Регистр флагов

Регистр флагов **FL** содержит условные одноразрядные признаки-маски, или флаги, управляющие прохождением программы в ПК; флаги работают независимо друг от друга, и лишь для удобства они помещены в единый регистр. Всего в регистре содержится 9 флагов: 6 из них *статусные*, отражают результаты операций, выполненных в компьютере (их значения используются, например, при выполнении команд условной передачи управления — команд ветвления программы), а 3 других — *управляющие*, непосредственно определяют режим исполнения программы.

Статусные флаги:

- CF (Carry Flag) — флаг переноса. Содержит значение «переносов» (0 или 1) из старшего разряда при арифметических операциях и некоторых операциях сдвига и циклического сдвига;
- PF (Parity Flag) — флаг четности. Проверяет младшие восемь битов результатов операций над данными. Нечетное число единичных битов приводит к установке этого флага в 0, а четное — в 1;
- AF (Auxiliary Carry Flag) — флаг логического переноса в двоично-десятичной арифметике. Вспомогательный флаг переноса устанавливается в 1, если арифметическая операция приводит к переносу или заему четвертого справа бита однобайтового операнда. Этот флаг используется при арифметических операциях над двоично-десятичными кодами и кодами ASCII;
- ZF (Zero Flag) — флаг нуля. Устанавливается в 1, если результат операции равен нулю; если результат не равен нулю, ZF обнуляется;
- SF (Sign Flag) — флаг знака. Устанавливается в соответствии со знаком результата после арифметических операций: положительный результат устанавливает флаг в 0, отрицательный — в 1;
- OF (Overflow Flag) — флаг переполнения. Устанавливается в 1 при арифметическом переполнении: если возник перенос в знаковый разряд при выполнении знаковых арифметических операций, если частное от деления слишком велико и переполняет регистр результата и т. д.

Управляющие флаги:

- TF (Trap Flag) — флаг системного прерывания (трассировки). Единичное состояние этого флага переводит процессор в режим пошагового выполнения программы (режим трассировки);
- IF (Interrupt Flag) — флаг прерываний. При нулевом состоянии этого флага прерывания запрещены, при единичном — разрешены;
- DF (Direction Flag) — флаг направления. Используется в строковых операциях для задания направления обработки данных. При нулевом состоянии флага команда увеличивает содержимое регистров SI и DI на единицу, обуславливая обработку строки «слева направо»; при единичном — «справа налево».

Интерфейсная часть МП

Интерфейсная часть МП предназначена для связи и согласования МП с системной шиной ПК, а также для приема, предварительного анализа команд выполняемой программы и формирования полных адресов операндов и команд. Интерфейсная часть включает в свой состав:

- адресные регистры МПП;
- узел формирования адреса;
- блок регистров команд, являющийся буфером команд в МП;
- внутреннюю интерфейсную шину МП;
- схемы управления шиной и портами ввода-вывода.

Некоторые из названных устройств, такие как узел формирования адреса и регистр команды, непосредственно выполняемой МП, функционально входят в состав устройства управления.

Порты ввода-вывода — это пункты системного интерфейса ПК, через которые МП обменивается информацией с другими устройствами. Всего портов у МП может быть 65 536 (равно количеству разных адресов, которые можно представить числом формата «слово»). Каждый порт имеет адрес — номер порта; по существу это адрес ячейки памяти, являющейся частью устройства ввода-вывода, использующего этот порт, а не частью основной памяти компьютера.

Порту устройства соответствуют аппаратура сопряжения и два регистра памяти — для обмена данными и управляющей информацией. Некоторые внешние устройства используют и основную память для хранения больших объемов информации, подлежащей обмену. Многие стандартные устройства (НЖМД, НГМД, клавиатура, принтер, сопроцессор и т. д.) имеют постоянно закрепленные за ними порты ввода-вывода.

Схема управления шиной и портами выполняет следующие функции:

- формирование адреса порта и управляющей информации для него (переключение порта на прием или передачу и т. д.);
- прием управляющей информации от порта, информации о готовности порта и его состоянии;
- организация сквозного канала в системном интерфейсе для передачи данных между портом устройства ввода-вывода и МП.

Схема управления шиной и портами использует для связи с портами кодовые шины инструкций, адреса и данных системной шины: при доступе к порту МП посылает сигнал по кодовой шине инструкций (КШИ), который оповещает все устройства ввода-вывода, что адрес на кодовую шину адреса (КША) является адресом порта, а затем посылает и сам адрес порта. Устройство с совпадающим адресом порта дает ответ о готовности. После чего по кодовой шине данных (КШД) осуществляется обмен данными.

Упрощенная структурная схема микропроцессора показана на рис. 5.3.

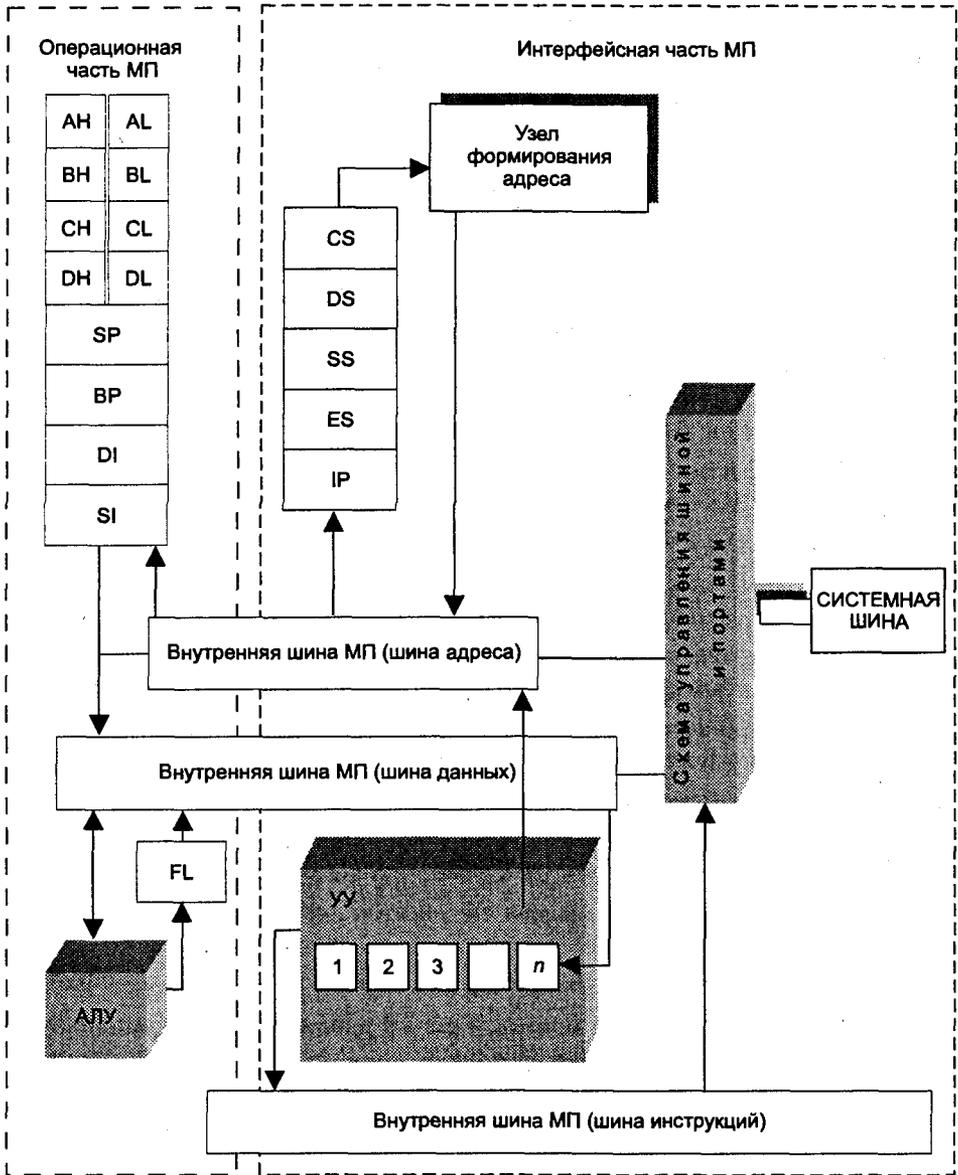


Рис. 5.3. Упрощенная структурная схема микропроцессора

Системные платы

Системная (systemboard – SB), или объединительная, материнская (motherboard – MB), плата – это важнейшая часть компьютера, содержащая его основные электронные компоненты. С помощью материнской платы осуществляется взаимодействие между большинством устройств машины.

Конструктивно МВ представляет собой печатную плату площадью 100–150 см², на которой размещается большое число различных микросхем, разъемов и других элементов. Существуют две основных разновидности конструкции системной платы (СП):

- на плате жестко закреплены все необходимые для работы микросхемы, — сейчас такие платы используются лишь в простейших домашних компьютерах, называемых одноплатными;
- непосредственно на системной плате размещается лишь минимальное количество микросхем, а все остальные компоненты объединяются при помощи системной шины и конструктивно устанавливаются на дополнительных платах (*платах расширения*), устанавливаемых в специальные разъемы (слоты), имеющиеся на материнской плате; компьютеры, использующие такую технологию, относятся к вычислительным системам с шинной архитектурой.

Современные профессиональные персональные компьютеры имеют именно *шинную архитектуру*. На системной плате непосредственно расположены:

- разъем для подключения микропроцессора;
- набор системных микросхем (чипсет, chipset), обеспечивающих работу микропроцессора и других узлов машины;
- микросхема постоянного запоминающего устройства, содержащего программы базовой системы ввода-вывода (Basic Input-Output System — BIOS);
- микросхема энергонезависимой памяти (питается от автономного, расположенного на МВ, аккумулятора), по технологии изготовления называемая CMOS;
- микросхемы кэш-памяти 2-го уровня (если они отсутствуют на плате микропроцессора) или 3-го уровня;
- разъемы для подключения модулей оперативной памяти;
- наборы микросхем и разъемы для системных, локальных и периферийных интерфейсов;
- микросхемы мультимедийных устройств и т. д.

В качестве примера на рис. 5.4 показано размещение основных компонентов на мультимедийной системной плате TC430HX.

1. Интегральная схема звукового адаптера Yamaha OPL4-ML — звуковая карта с поддержкой табличного синтеза звука Wave Table.
2. Интегральная схема звукового адаптера Yamaha OPL3-SA, звуковая карта с поддержкой цифрового частотно-модулированного синтеза звука.
3. Выход CD-ROM audio.
4. Разъем для подключения внешнего звукового адаптера.
5. Разъем для подключения телефонной линии.
6. Интегральная схема звукового стереоадаптера.
7. Разъемы ввода-вывода на задней панели ПК.
8. Последовательный порт COM2.

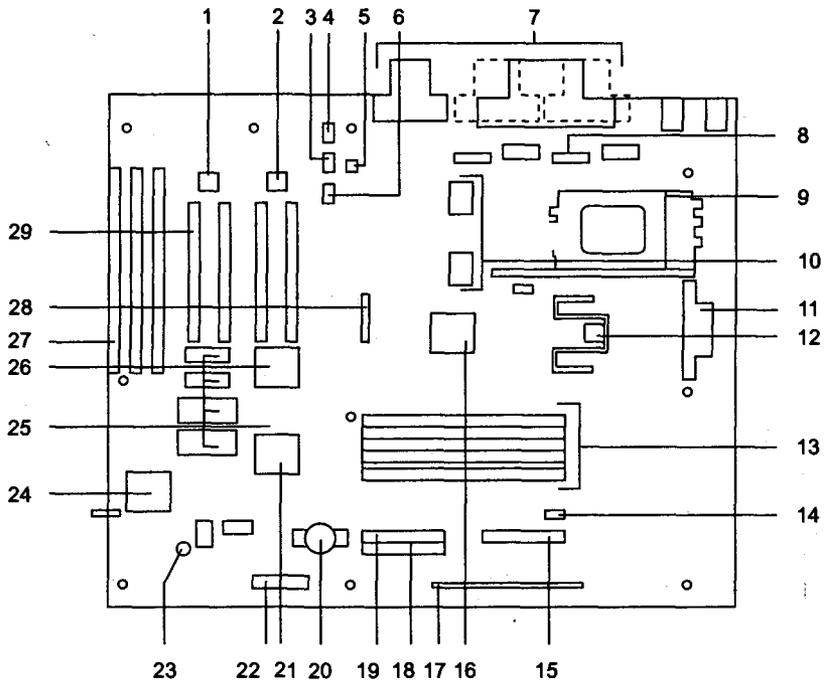


Рис. 5.4. Системная плата TC430NH

9. Разъем типа Socket 7 для микропроцессора.
10. Микросхемы кэш-памяти 2-го уровня.
11. Разъем питания материнской платы (два отдельных напряжения питания 2,8 и 3,3 В).
12. Регулятор напряжения.
13. Разъемы (слоты) для микросхем оперативной памяти.
14. Разъем для подключения вентилятора микропроцессора.
15. Разъем для подключения дисководов гибких дисков.
16. Набор системных микросхем — чипсет i430NH.
17. Разъемы передней панели.
18. Разъем первичного канала дискового интерфейса IDE.
19. Разъем вторичного канала дискового интерфейса IDE.
20. Аккумулятор для системы CMOS (в том числе и для внутреннего таймера).
21. Интегральная схема контроллера шин PCI/ISA/IDE.
22. Блок конфигурационных перемычек («джамперов»).
23. Пьезоэлектрический системный динамик.
24. Интегральная схема контроллера ввода-вывода (для универсальной шины USB), поддерживающего интерфейсы гибких дисков, последовательных и параллельного порта, часов реального времени (таймера), контроллера клавиатуры и т. д.

25. Видеопамять — память графики типа EDO (2 Мбайта).
26. Видеокарта — графический контроллер S3 VIRGE, поддерживающий растровую и трехмерную графику.
27. Разъемы шины расширения ISA.
28. Разъем для внешних адаптеров работы с видео.
29. Разъемы расширения локальной шины PCI.

Разновидности системных плат

В настоящее время десятки фирм выпускают большое число различных системных плат, отличающихся и конструктивно, и по типу поддерживаемых ими микропроцессоров, и по тактовой частоте их работы, и по величине рабочих напряжений и т. д.

Тип системной платы определяет прежде всего *базовый микропроцессор*. Поскольку микропроцессоры фирмы Intel и процессоры некоторых других фирм, в частности фирмы AMD, используют электрически разные интерфейсы и геометрически разные разъемы, то следует разделить все материнские платы на две группы по типу процессорного разъема: «интеловские» СП и прочие. Поскольку МП фирмы Intel распространены гораздо шире, в дальнейшем основное внимание уделим именно им. Так, по типу поддерживаемых Intel-микропроцессоров, СП можно разделить на следующие группы:

- платы, рассчитанные на МП 8086, 8088, в новых компьютерах они уже не применяются более десятка лет, но кое-где, особенно в нашей стране, их найти еще можно;
- платы для МП 80286 тоже устарели, но кое-где еще используются (для МП 80386 и выше непригодны);
- платы для микропроцессоров 80386 и 80486 — используются в соответствующих ПК прежних лет выпуска; следует иметь в виду, что системные платы, установленные в компьютерах с МП 80386, часто не пригодны для установки МП 80486, а в компьютерах с МП 80486 чаще всего несовместимы с МП Pentium (в случае модернизации (upgrade) при замене МП приходится менять и системные платы); некоторые из плат этой группы позволяют устанавливать дополнительно МП Over Drive, расширяющий характеристики основного микропроцессора до уровня характеристик МП Pentium. В этой группе определены многие важные параметры системных плат, характеризующие современные СП и поныне, в частности, стандартным стал тип процессорного разъема с нулевым усилием сочленения (тип ZIF — Zero Insertion Force), что позволяет проводить замену МП в домашних условиях без применения специальных инструментов;
- платы для МП Pentium и Pentium Pro рассчитаны на напряжения питания 3,3 В и 5 В и тактовые частоты 60, 66, 75 МГц. СП, ориентированные на МП Pentium Pro, отличаются лишь другим процессорным разъемом и отсутствием кэш-памяти второго уровня, которая интегрирована непосредственно на плату МП;
- платы для МП Pentium MMX, отличающиеся от плат для МП Pentium и Pentium Pro двумя отдельными напряжениями питания (2,8 В и 3,3 В), наличи-

ем модифицированного процессорного разъема Socket 7 и специальной микросхемы BIOS, поддерживающей MMX;

- ❑ СП для МП Pentium II (а также и Celeron) имеют разъем Slot 1 или Socket 370, пониженное напряжение питания 2,0 В; у них отсутствует кэш-память 2-го уровня. Материнские платы этой группы (в частности с чипсетами iBX) впервые могут работать с тактовыми частотами 100, 133, 150 МГц;
- ❑ СП для микропроцессоров Pentium III с новыми разъемами типа Socket 370 (для Xeon – Slot 2) используют еще более низкие напряжения – 1,65 В и работают с чипсетами iBX, iGX, iZX, i810, i815, i820, i840, VIA Apollo Pro и некоторыми другими, поддерживающими тактовые частоты от 100 до 266 МГц;
- ❑ СП для микропроцессоров Pentium 4 с разъемами Socket 423 или Socket 478, отдельными напряжениями питания 5 уровней от 1,1 В до 1,8 В, на чипсете i850 поддерживающие тактовые частоты до 400 МГц.

Важным параметром системной платы является тактовая частота (FSB) на которой она работает: современные СП имеют рабочие частоты 100, 133, 150, 200, 266 и даже 400 МГц. Этот параметр особенно влияет на производительность ПК, выполняющего задания, не содержащие большого количества математических операций, а связанные с процедурами пересылки информации (например, большинство преобразований экономической информации).

Socket 7, Slot 1, Socket 370, Socket 8, Slot 2, Slot A, Socket 423 – процессорные разъемы, установленные на материнской плате. Спецификация разъема определяет как сам конструктив разъема, так и назначение контактов, электрические параметры, определяет порядок взаимодействия с шинами данных, особенности взаимодействия с оперативной памятью и т. п.

Существуют различные базовые типоразмеры (форм-факторы) плат. Форм-фактор определяет не только внешние размеры системных плат, но и ряд специфических параметров, характеризующих функциональные и эксплуатационные свойства СП:

- ❑ *Full-size AT* размером 12 × 13,8 дюйма (использовались в первых моделях IBM PC, сейчас не выпускаются);
- ❑ *Baby AT* – имеют ширину 8,57 и длину 13,04 дюйма, и их разновидность *Mini AT* – 8,57 × 9,85 дюйма; они могут устанавливаться во все корпуса, кроме *Slim line* (выпускаются, но также постепенно устаревают);
- ❑ полномасштабные платы *AT* отличаются от *Baby AT* только размером – ширина их составляет 12 дюймов, что затрудняет их установку в корпус;
- ❑ *LPX* и *Mini LPX* размером 9 × 13 и 8,2 × 10,4 дюйма, соответственно – устанавливаются в сверхнизкие корпуса *SlimLine*;
- ❑ *ATX* – самый распространенный типоразмер системной платы, 9,6 × 12 дюймов, отличающийся от *Baby AT* более удобным расположением элементов на плате (позволяет легко без снятия платы менять ее элементы), лучшей вентиляцией (не требуется устанавливать отдельный вентилятор на микропроцессор), наличием разъема новой универсальной шины USB и возможностью дистанционного выключения питания компьютера с модема или по локальной сети. На плате установлены разъемы только под модули оперативной памяти DRAM. В 1997 году была представлена модификация *MiniATX* – СП размером 9,6 × 9,6 дюймов.

Системные платы поддерживают разные виды интерфейсных системных, локальных и периферийных шин. От состава поддерживаемых шин, количества слотов для этих шин, имеющих на СП, существенно зависит эффективность работы ПК в целом.

От типа используемого на СП набора **системных микросхем (чипсета)** зависят многие важные характеристики ПК. Чипсеты определяют во многом тактовую частоту шин СП, обеспечивают надлежащую работу микропроцессора, системной шины, интерфейсов взаимодействия с оперативной памятью и другими компонентами ПК. В частности, они содержат в себе контроллеры прерываний, прямого доступа к памяти, микросхемы управления памятью и шиной — все те компоненты, которые в оригинальной IBM PC были собраны на отдельных микросхемах. Обычно в одну из микросхем набора входят также часы реального времени с CMOS-памятью и иногда — контроллер клавиатуры, однако эти блоки могут присутствовать и в виде отдельных микросхем. В последних разработках в состав микросхем наборов для интегрированных плат стали включаться и контроллеры внешних устройств. Тип набора в основном определяет функциональные возможности платы:

- типы поддерживаемых процессоров;
- структуру и объем кэш-памяти;
- возможные сочетания типов и объемов модулей памяти;
- поддержку режимов энергосбережения;
- возможность программной настройки параметров и т. п.

Современные системные наборы состоят из двух базовых микросхем с условными именами *северный мост* (North bridge) и *южный мост* (South bridge). Северный мост обеспечивает управление четырьмя компонентами: шиной оперативной памяти, интерфейсными шинами PCI, AGP и системной шиной МП, поэтому его иногда называют 4-портовым контроллером. Южный мост имеет в своем составе контроллеры (адаптеры) дисководов, клавиатуры, мыши, управляет интерфейсными шинами IDE/ATA, SCSI, USB, IEEE 1284; его также называют функциональным контроллером.

Наиболее известные наборы микросхем для СП выпускает фирма Intel. Сейчас популярны ее чипсеты 440BX, 440GX, 440ZX, 810, 815, 820, 840 и последние, разработанные для МП Pentium 4. Распространены также весьма удачные микросхемы фирмы VIA Technologies — VIA Apollo, фирм Acer Laboratories, Silicon Integrated System и т. д.

В начале 2003 года для МП Pentium 4 выпускались следующие наиболее популярные чипсеты: i850 (850E), i845 (845D, 845E, 845PE, 845GE, 845GV), i875 (875P, 865), SIS 645, VIA 266.

Типы чипсетов и их модификации различаются типами поддерживаемых микропроцессоров и памяти DRAM (SDRAM, DRDRAM, DDR SDRAM), частотой процессорной шины между мостами (133, 266, 400, 533, 800 МГц), вариантами схем мостов, версиями поддерживаемых протоколов UDMA, AGP, Ethernet, USB, наличием встроенного видеоадаптера и др.

Например, чипсетов i845 для работы с памятью DDR выпущено несколько модификаций:

- i845 поддерживает только память SDRAM — PC133;
- i845D поддерживает DDR133 — PC2100;

- i845E имеет шину 533 МГц и поддерживает DDR;
 - i845PE поддерживает DDR – PC2700;
 - i845GV поддерживает DDR и встроенную графику, имеет шину AGP;
 - i845GE поддерживает DDR и встроенную графику;
 - чипсет i875D поддерживает память DDR, i865 – упрощенный вариант i875.
- Чипсет i850E поддерживает RDRAM PC1066 и частоту шины 533 МГц, обеспечивая самую производительную (4200 Мбайт/с) на начало 2003 года платформу на основе МП Pentium 4.

Многие новые версии чипсетов поддерживают прямой 2-канальный доступ к памяти, 6 портов USB 2.0 и технологию Hyper-Threading, позволяющую организовать многопроцессорный режим даже при наличии только одного установленного МП (один физический процессор представляется операционной системе как два логических, и она, не видя разницы, направляет потоки как на двухпроцессорную систему).

Сравнительные характеристики некоторых популярных чипсетов представлены в табл. 5.2.

Таблица 5.2. Сравнительные характеристики чипсетов

Параметр	Частота шины (МГц)	Поддержка SDRAM	Макс. объем оперативной памяти	Пиковый обмен с памятью Мбайт/с	Макс. число слотов DIMM/RIMM
Intel 440BX	66, 100, 133	PC66, PC100, PC133	1024 Мбайт	800–1064	4
Intel 815	66, 100, 133	PC100, PC133	512 Мбайт	1064	3
Intel 820	100, 133	RDRAM	1024 Мбайт	1600	2
Intel 850	400	RDRAM 300 и 400 МГц	2048	3200	4
Intel 845D	266	PC266, DDR SDRAM	2048	2100	3
Intel 875	800	PC266, DDR SDRAM	2048	4000	4
VIA 133A	66, 100, 133	PC66, PC100, PC133	1024	1064	4
VIA 266A	266	PC266, DDR SDRAM	4096	2100	4

Системная плата имеет разъемы (*слоты*) для установки определенных модулей оперативной памяти. Для модулей ОЗУ используются 30-, 72- и 168-контактные разъемы и они сгруппированы в 2–4 слотах. Слоты с 30 и 72 контактами рассчитаны на модули памяти типа SIMM, которые в новых машинах уже не используются; 168-контактные слоты предназначены для современных модулей DIMM. С точки зрения поддерживаемой оперативной памяти, важными характери-

ками СП являются также число слотов памяти, рабочая тактовая частота памяти (например память PC100, PC133 и т. п.), общая емкость поддерживаемой памяти (так, чипсет i815 обеспечивает работу только 512 Мбайт памяти, в то время как 440BX, i820 и VIA Apollo — 1024 Мбайт).

На системных платах может размещаться дополнительная *кэш-память второго уровня (Cache Level 2)*, которая предназначена для ускорения процесса обмена данными между процессором и оперативной памятью и служит для временного хранения часто используемых данных и команд, снимая во многих случаях необходимость обращения к более медленной оперативной памяти.

Расположенная непосредственно на материнской плате кэш-память относится, как правило, ко второму уровню, так как во многих процессорах уже имеется встроенная в кристалл кэш-память первого уровня. Объем Cache Level 2 на СП варьируется от 128 до 1024 Кбайт: микросхемы кэш-памяти выполнены в корпусах типа DIP или SOP и устанавливаются либо в соответствующие разъемы DIP-панельки, либо распаиваются непосредственно на плате. Синхронная кэш-память может размещаться в специальных модулях COAST, очень напоминающих модуль SIMM и устанавливаемых в специальный разъем.

Современные модели процессоров Pentium II, III и 4 имеют Cache Level 2 на плате самого процессора, поэтому для них кэш-память на материнской плате может отсутствовать. На системной плате (в новых моделях обычно в составе микросхем чипсета) располагается микросхема постоянного запоминающего устройства (ПЗУ), содержащая программы BIOS, необходимые для управления многими компонентами компьютера. BIOS доступна постоянно, независимо от работоспособности внешних компонентов, таких, например, как системные загрузочные диски (назначение BIOS более подробно рассмотрено в разделе «Операционные системы ПК» главы 10). В BIOS есть программа, которая называется System Setup — именно с ее помощью пользователь управляет самыми глубокими настройками системы.

В современных материнских платах используются, как правило, микросхемы Flash BIOS, программы в которых могут перезаписываться при помощи специальных средств, что облегчает модернизацию этих программ при появлении новых устройств, которым нужно обеспечить поддержку (например, новых типов микросхем оперативной памяти). У Flash BIOS есть один существенный недостаток. Существует много вирусов, которые, попав в систему, просто стирают все содержимое Flash BIOS, после чего системная плата выходит из строя. Самый известный из подобных вирусов — печально известный «Чернобыль», который испортил очень большое количество компьютеров. От вирусов можно защититься только одним способом — в System Setup запретить перезапись содержимого BIOS. Если эта опция активизирована, то ни один вирус ничего сделать не сумеет.

Важным компонентом, размещенным на системной плате (часто в системном чипсете), является микросхема CMOS-памяти. Она питается от своего локального аккумулятора (батарейки) и поэтому является энергонезависимой (сохраняет информацию при отключении компьютера от сети). Название CMOS произошло от названия технологии исполнения ее элементов. Память хранит информацию о параметрах многих устройств, входящих в ПК. Информация в ней может изменяться по мере необходимости, то есть память отслеживает текущую конфигурацию компьютера, на что не способна микросхема BIOS. Поэтому при загрузке компьютера BIOS берет необходимую для своей работы информацию об изме-

няемых параметрах компонентов ПК именно из этой памяти. Так, из CMOS-памяти считывается информация об установленном МП, о типах и емкости оперативной и всех видах дисковой памяти, о работоспособности устройств компьютера и т. д. Четкое отслеживание времени (в том числе и календаря), даже в отключенном от энергосети состоянии, также связано с тем, что информация о времени хранится в CMOS-памяти.

На системных платах располагаются также *перемычки* («джамперы») и *DIP-переключатели*, используемые для конфигурирования различных компонентов: переключатели используемого напряжения (5 В, 3,5 В и т. д.), переключатели внутренней частоты МП и другие. «Джампер» представляет собой съемную перемычку, устанавливаемую на штырьковые контакты СП; DIP-переключатели — это миниатюрные выключатели в DIP-корпусе. В современных компонентах пытаются сократить количество механических переключений, перекладывая их на автоматические программно-управляемые электронные схемы. Компоненты, которые после установки конфигурируются автоматически, относят к категории PnP-устройств (PnP — Plug and Play, «Включай и работай»).

В заключение — несколько слов о системной плате ASUS P4T для процессора Pentium 4. Внешний вид этой платы показан на рис. 5.5.

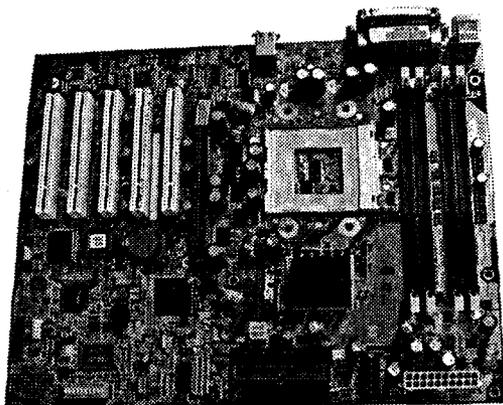


Рис. 5.5. Системная плата ASUS P4T

Вот спецификация этой платы с небольшими сокращениями.

□ Процессор:

- процессор Intel Pentium 4 (однопроцессорная конфигурация) на разъеме Socket 423 с тактовой частотой 1,4–1,5 ГГц и выше;
- системная шина с возможностью передачи данных на частоте 400 МГц.

□ Чипсет (функциональная схема чипсета показана на рис. 5.6):

- северный мост: Intel 82850 Memory Controller Hub (MCH);
- южный мост: Intel 82801 I/O Controller Hub 2 (ICH2);
- интерфейс с южным мостом — 8-разрядный, 4 × 66 МГц Hub Interface. Микросхема Intel 82802AB Firmware Hub (FWH).

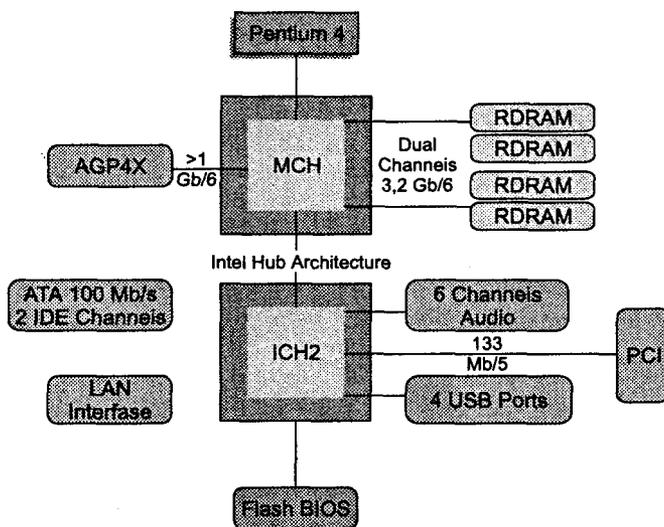


Рис. 5.6. Функциональная схема чипсета i850

- Системная память:
 - 4 слота RIMM;
 - поддержка двух каналов PC800/PC600 RDRAM памяти общей емкостью до 2 Гбайт;
 - поддержка ECC (Error Checking and Correction) – режима автоматического обнаружения и исправления одиночных битов в хранимых числах (применяется код Хэмминга – глава 20).
- Слоты интерфейсов расширения:
 - 1 AGP Pro/AGP слот для 66 МГц AGP-интерфейса с поддержкой режима четырехкратного умножения (4x);
 - 5 слотов PCI.
- Порты ввода-вывода:
 - 1 порт для дисковода, 2 последовательных и 1 параллельный порты, порты для мыши и клавиатуры;
 - 2 встроенных и 2 дополнительных порта USB.
- Интегрированный IDE-контроллер:
 - 2 канала IDE, поддерживающие протоколы ATA33/66/100 (до четырех ATAPI-устройств).
- BIOS:
 - 4-мегабитовая Flash ROM;
 - Award BIOS с поддержкой PnP и режима энергосбережения.
- Форм-фактор:
 - Standard ATX 24,4 × 30,5 см (9,6 × 12,0 дюйма).

Значимость этих данных в плане пропускной способности каждой подсистемы отражена в табл. 5.3.

Таблица 5.3. Пропускная способность интерфейсов СП P4T

Интерфейс	Тактовая частота, МГц	Количество блоков данных за такт	Разрядность, бит/байт	Пропускная способность, Мбайт/с
Системная шина	100	4	64/8	3200
AGP	66	4	32/4	1066
Двухканальная RDRAM	400	2	32/4	3200
Hub Interface	66	4	8/1	266
PCI	33	1	32/4	133

Итак, при выборе системной платы следует учитывать:

- микропроцессор, который должен быть установлен на плате;
- типоразмер системной платы (должен быть согласован с возможностями системного блока);
- тактовую частоту, на которой работает системная плата;
- набор основных и вспомогательных микросхем (чипсет), обеспечивающих эффективную работу ПК;
- основную, локальные и периферийные шины, с которыми плата может работать, и количество слотов для них;
- наличие или возможность установки кэш-памяти;
- наличие разъемов для подсоединения микросхем (разъем для процессора Over Drive, слоты для микросхем памяти и т. д.).

Внутримашинные системный и периферийный интерфейсы

Интерфейс (interface)¹ — совокупность средств сопряжения и связи, обеспечивающая эффективное взаимодействие систем или их частей. В интерфейсе обычно предусмотрены вопросы сопряжения на механическом (число проводов, элементы связи, типы соединений, разъемы, номера контактов и т. п.) и логическом (сигналы, их длительность, полярность, частоты и амплитуда, протоколы взаимодействия) уровнях. В современных интерфейсах для формирования стандарта подключения устройств к системе широко используются наборы микросхем, генерирующих стандартные сигналы. Это существенно усложняет и удорожает не только сам интерфейс, но и компьютер в целом.

Внутримашинный интерфейс — система связи и сопряжения узлов и блоков компьютера между собой. Представляет собой совокупность электрических линий

¹ В компьютерной литературе иногда вместо термина «интерфейс» употребляют термины «контроллер» или «адаптер». Строго говоря, это не совсем верно, так как контроллер (controller) управляет интерфейсом и обеспечивает его работоспособность, адаптер (adapter) же отвечает за совместимость интерфейсов.

связи (проводов), схем сопряжения с компонентами компьютера, протоколов (алгоритмов) передачи и преобразования сигналов. Существуют два варианта организации внутримашинного интерфейса:

- *многосвязный интерфейс*: каждый блок ПК соединен с прочими блоками своими локальными проводами; многосвязный интерфейс иногда применяется в качестве периферийного интерфейса (для связи с внешними устройствами ПК), дополняющего системный, а в качестве системного — лишь в некоторых простых компьютерах;
- *односвязный интерфейс*: все блоки ПК связаны друг с другом через общую или системную шину).

В подавляющем большинстве современных ПК в качестве системного интерфейса используется *системная шина*. *Шина* (bus) — совокупность линий связи, по которым информация передается одновременно. Под основной, или *системной*, шиной обычно понимается шина между процессором и подсистемой памяти. Шины характеризуются разрядностью и частотой. Структура и состав системной шины были рассмотрены в разделе «Интерфейсная часть МП». Важнейшими функциональными характеристиками системной шины являются количество обслуживаемых ею устройств и ее *пропускная способность*, то есть максимально возможная скорость передачи информации. Пропускная способность шины зависит от ее разрядности (есть шины 8-, 16-, 32- и 64-разрядные) и тактовой частоты, на которой шина работает.

Разрядность или *ширина* шины (bus width) — количество линий связи в шине, то есть количество битов, которое может быть передано по шине одновременно.

Тактовая частота шины (bus frequency) — частота, с которой передаются последовательные биты информации по линиям связи.

В качестве системной шины в разных ПК использовались и могут использоваться:

- *шины расширений* — шины общего назначения, позволяющие подключать большое число самых разнообразных устройств;
- *локальные шины*, часто специализирующиеся на обслуживании небольшого количества устройств определенного класса, преимущественно видеосистем.

В компьютерах широко используются также *периферийные шины* — интерфейсы для внешних запоминающих и многочисленных периферийных медленно действующих устройств. Сравнительные технические характеристики некоторых шин приведены в табл. 5.4.

Шины расширений

- **Шина расширения ISA** (Industry Standard Architecture — промышленная стандартная архитектура) представлена в двух версиях: для IBM PC/XT (1981 год) и для PC AT (1984 год). Она использовалась в первом компьютере IBM PC, и тогда это было неофициальное название шины IBM PC/XT, позволяющей добавлять в систему различные устройства. Часто возникает путаница относительно ее характеристик, поскольку в новых компьютерах эта шина не применяется, а фирма IBM до 1987 года не публиковала ее полного описания и временных диаграмм сигналов.

- **Шина PC/XT** — 8-разрядная шина данных и 20-разрядная шина адреса, рассчитанная на тактовую частоту 4,77 МГц; имеет 4 линии для аппаратных прерываний и 4 канала для прямого доступа в память (каналы DMA — Direct Memory Access). Шина адреса ограничивала адресное пространство микропроцессора величиной 1 Мбайт. Использовалась с МП 8086, 8088.
- **Шина PC/AT** — 16-разрядная шина данных и 24-разрядная шина адреса, рабочая тактовая частота до 8 МГц, но может применяться и МП с тактовой частотой 16 МГц, так как контроллер шины способен делить частоту пополам; имеет 7 линий для аппаратных прерываний и 4 канала DMA. Использовалась с МП 80286, совместима и с МП с тактовой частотой больше 66 МГц (коэффициент деления увеличен); увеличено количество линий аппаратных прерываний с 4 до 15 и каналов прямого доступа к памяти (DMA) с 4 до 7. Благодаря 24-разрядной шине адреса адресное пространство увеличилось с 1 Мбайт до 16 Мбайт. Теоретическая пропускная способность шины данных равна 16 Мбайт/с, но реально она ниже, около 5,5 Мбайт/с, ввиду ряда особенностей ее использования. Конфигурация системы с шиной ISA показана на рис. 5.7.

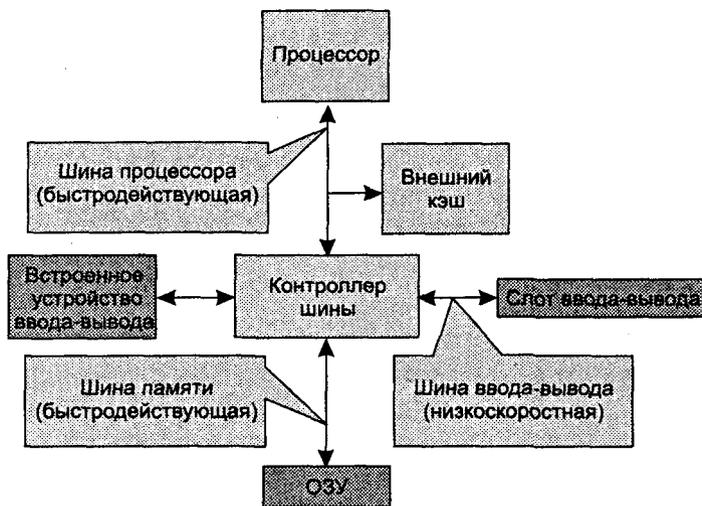


Рис. 5.7. Конфигурация системы с шиной ISA

ISA — основная шина на устаревших материнских платах. С появлением 32-разрядных высокоскоростных МП шина ISA стала существенным препятствием увеличения быстродействия ПК. Раньше с помощью интерфейса ISA подключались такие устройства, как видеокарты, модемы, звуковые карты и т. д. На современных материнских платах этот интерфейс либо совсем отсутствует, либо имеется всего 1–2 слота. Конструктивно слот ISA представляет собой разъем, состоящий из двух частей — 62-контактного и примыкающего к нему (в PC AT) 36-контактного сегментов.

Шина EISA (Extended ISA) — 32-разрядная шина данных и 32-разрядная шина адреса, создана в 1989 году как функциональное и конструктивное расширение ISA. Адресное пространство шины 4 Гбайт, работает на частоте 8–10 МГц.

Теоретическая пропускная способность шины — 33 Мбайт/с, причем скорость обмена по каналу МП — кэш — ОП определяется параметрами микросхем памяти; увеличено число разъемов расширений — теоретически может подключаться до 15 устройств (практически до 10). Улучшена система прерываний, поддерживается *Bus Mastering* — режим единоличного управления шиной со стороны любого из устройств на шине, имеет *систему арбитража* для управления доступом устройств к шине. Обеспечивается автоматическое конфигурирование системы и управление DMA. Шина поддерживает многопроцессорную архитектуру вычислительных систем. Шина EISA весьма дорогая и применяется в скоростных ПК, сетевых серверах и рабочих станциях. Внешне слоты шины на СП имеют такой же вид, как и ISA, и в них могут вставляться платы ISA, но в глубине разъема находятся дополнительные ряды контактов EISA, а платы EISA имеют более высокую ножевую часть разъема с дополнительными рядами контактов.

Шина MCA (Micro Channel Architecture) — 32-разрядная шина, созданная фирмой IBM в 1987 году для машин PS/2, пропускная способность 76 Мбайт/с, рабочая частота 10–20 МГц. По своим прочим характеристикам близка к шине EISA, но не совместима ни с ISA, ни с EISA. Поскольку компьютеры PS/2 не получили широкого распространения, в первую очередь ввиду отсутствия наработанного обилия прикладных программ, шина MCA также используется не очень широко. Второй важной причиной отсутствия спроса на MCA является несовместимость плат адаптеров ISA с MCA. И не последнюю роль сыграл тот факт, что IBM потребовала от всех изготовителей, желающих приобрести права на использование этой шины, заплатить за использование ISA во всех выпущенных ранее компьютерах. Собственно говоря, это и повлекло за собой разработку альтернативы — EISA.

Локальные шины

Современные вычислительные системы характеризуются:

- стремительным ростом быстродействия микропроцессоров и некоторых внешних устройств (так, для отображения цифрового полноэкрannого видео с высоким качеством необходима пропускная способность 22 Мбайт/с);
- появлением программ, требующих выполнения большого количества интерфейсных операций (например программы обработки графики в Windows, мультимедиа).

В этих условиях пропускной способности шин расширения, обслуживающих одновременно несколько устройств, оказалось недостаточно для комфортной работы пользователей, поскольку компьютеры стали подолгу «задумываться». Разработчики интерфейсов пошли по пути создания локальных шин, подключаемых непосредственно к шине МП, работающих на тактовой частоте МП (но не на внутренней рабочей его частоте) и обеспечивающих связь с некоторыми скоростными внешними по отношению к МП устройствами: основной и внешней памятью, видеосистемами и т. д.

Сейчас существуют три основных стандарта универсальных локальных шин: VLB, PCI и AGP.

Шина VLB (*VL-bus*, *VESA Local Bus*) представлена в 1992 году ассоциацией стандартов видеоэлектроники (*VESA* — торговая марка Video Electronics Standards Association) и поэтому часто ее называют шиной *VESA*. Шина *VLB*, по существу, является расширением внутренней шины МП для связи с видеоадаптером и реже — с жестким диском, платами мультимедиа, сетевым адаптером. Разрядность шины для данных — 32 бита, для адреса — 30, реальная скорость передачи данных по *VLB* — 80 Мбайт/с, теоретически достижимая — 132 Мбайт/с (в версии 2 — 400 Мбайт/с).

Недостатки шины *VLB*:

- ориентация только на МП 80386, 80486 (не адаптирована для процессоров класса Pentium);
- жесткая зависимость от тактовой частоты МП (каждая шина *VLB* рассчитана только на конкретную частоту до 33 МГц);
- малое количество подключаемых устройств — к шине *VLB* может подключаться только 4 устройства;
- отсутствует арбитраж шины — могут быть конфликты между подключаемыми устройствами.

Шина PCI (*Peripheral Component Interconnect*, соединение внешних компонентов) — самый распространенный и универсальный интерфейс для подключения различных устройств. Разработана в 1993 году фирмой Intel. Шина *PCI* является намного более универсальной, чем *VLB*; допускает подключение до 10 устройств; имеет свой адаптер, позволяющий ей настраиваться на работу с любым МП от 80486 до современных Pentium. Тактовая частота *PCI* — 33 МГц, разрядность — 32 разряда для данных и 32 разряда для адреса с возможностью расширения до 64 бит, теоретическая пропускная способность 132 Мбайт/с, а в 64-битовом варианте — 264 Мбайт/с. Модификация 2.1 локальной шины *PCI* работает на тактовой частоте до 66 МГц и при разрядности 64 имеет пропускную способность до 528 Мбайт/с. Осуществлена поддержка режимов Plug and Play, Bus Mastering и автоконфигурирования адаптеров.

Конструктивно разъем шины на системной плате состоит из двух следующих подряд секций по 64 контакта (каждая со своим ключом). С помощью этого интерфейса к материнской плате подключаются видеокарты, звуковые карты, модемы, контроллеры *SCSI* и другие устройства. Как правило, на материнской плате имеется несколько разъемов *PCI*. Шина *PCI*, хотя и является локальной, выполняет и многие функции шины расширения. Шины расширения *ISA*, *EISA*, *MCA* (а она совместима с ними) при наличии шины *PCI* подключаются не непосредственно к МП (как это имеет место при использовании шины *VLB*), а к самой шине *PCI* (через интерфейс расширения). Благодаря такому решению шина является независимой от процессора (в отличие от *VLB*) и может работать параллельно с шиной процессора, не обращаясь к ней за запросами. Таким образом, загрузка шины процессора существенно снижается. Например, процессор работает с системной памятью или с кэш-памятью, а в это время по сети на жесткий диск пишется информация. Конфигурация системы с шиной *PCI* показана на рис. 5.8.

Шина AGP (*Accelerated Graphics Port* — ускоренный графический порт) — интерфейс для подключения видеоадаптера к отдельной магистрали *AGP*, имеющей

выход непосредственно на системную память. Разработана шина на основе стандарта PCI v2.1. Шина AGP может работать с частотой системной шины до 133 МГц и обеспечивает высочайшую скорость передачи графических данных. Ее пиковая пропускная способность в режиме четырехкратного умножения AGP4x (передаются 4 блока данных за один такт) имеет величину 1066 Мбайт/с, а в режиме восьмикратного умножения AGP8x — 2112 Мбайт/с. По сравнению с шиной PCI, в шине AGP устранена мультиплексированность линий адреса и данных (в PCI для удешевления конструкции адрес и данные передаются по одним и тем же линиям) и усилена конвейеризация операций чтения-записи, что позволяет устранить влияние задержек в модулях памяти на скорость выполнения этих операций.

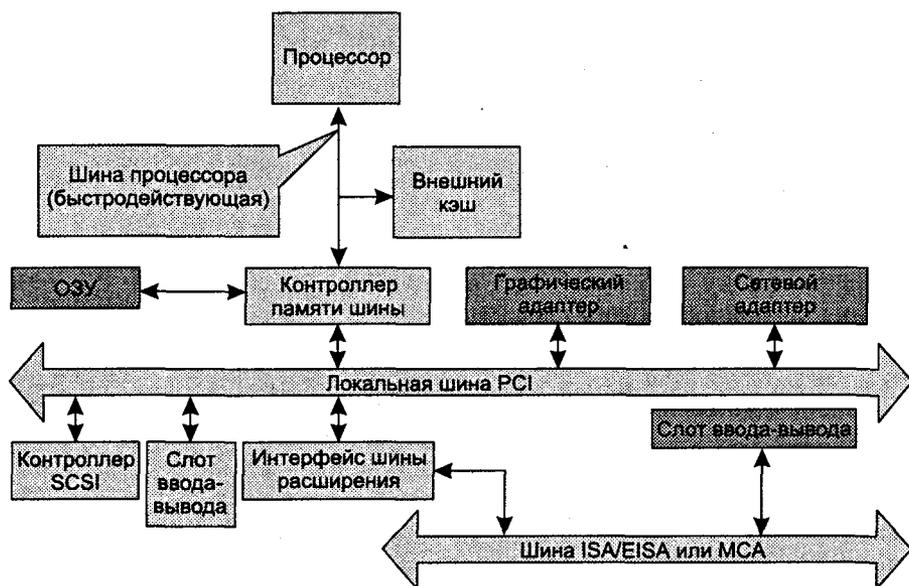


Рис. 5.8. Конфигурация системы с шиной PCI

Шина AGP имеет два режима работы: **DMA** и **Execute**. В режиме DMA основной памятью является память видеокарты. Графические объекты хранятся в системной памяти, но перед использованием копируются в локальную память карты. Обмен ведется большими последовательными пакетами. В режиме Execute системная память и локальная память видеокарты логически равноправны. Графические объекты не копируются в локальную память, а выбираются непосредственно из системной. При этом приходится выбирать из памяти относительно малые случайно расположенные куски. Поскольку системная память выделяется динамически, блоками по 4 Кбайт, в этом режиме для обеспечения приемлемого быстродействия предусмотрен механизм, отображающий последовательные адреса фрагментов на реальные адреса 4-килобайтовых блоков в системной памяти. Эта процедура выполняется с использованием специальной таблицы (Graphic Address Re-mapping Table или GART), расположенной в памяти. Интерфейс выполнен в виде отдельного разъема, в который устанавливается AGP-видеоадаптер. Конфигурация системы с шиной AGP показана на рис. 5.9.

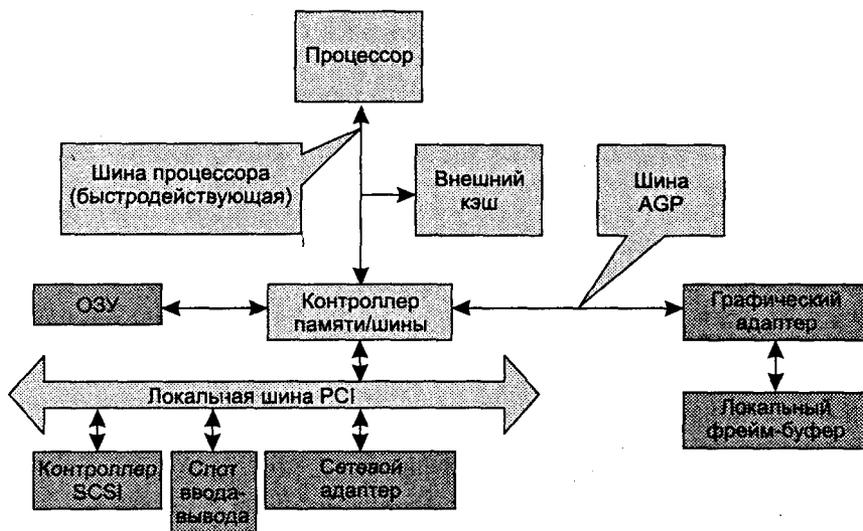


Рис. 5.9. Конфигурация системы с шиной AGP

Все сказанное выше в отношении шин обобщается в табл. 5.4.

Таблица 5.4. Основные характеристики шин

Характеристика	Шина					
	ISA	EISA	MCA	VLB	PCI	AGP
Разрядность шины для данных и адреса (бит)	16/24	32/32	32/32	32/32	32/32	32/32
				64/64	64/64	64/64
Рабочая частота (МГц)	8	8–33	10–20	До 33	До 66	66/133
Пропускная способность (Мбайт/с)	16	33	76	132	132/264	528/1056
					/528	/2112
Число подключаемых устройств (шт.)	6	15	15	4	10	1

Периферийные шины

Периферийные шины гораздо более разнообразны.

Периферийные шины *IDE* (Integrated Drive Electronics), *ATA* (AT Attachment – подключаемый к AT), *EIDE* (Enhanced IDE), *SCSI* (Small Computer System Interface) используются чаще всего в качестве интерфейса только для внешних запоминающих устройств.

Интерфейс *ATA*, широко известный и под именем Integrated Drive Electronics (**IDE**), предложен в 1988 году пользователям ПК IBM PC AT. Он ограничивает емкость одного накопителя 504 Мбайт (по причине организации адресного пространства в традиционной BIOS «головка-цилиндр-сектор»: 16 головок × 1024 цилиндра × 63 сектора × 512 байт в секторе = 504 Кбайт = 528 482 304 байт) и обеспечивает теоретическую скорость передачи данных 5–10 Мбайт/с.

Существует много модификаций и расширений интерфейсов ATA/IDE. Есть интерфейсы ATA с различными номерами, Fast ATA (тоже с номерами), Ultra ATA (и их несколько) и, наконец, EIDE. Есть также IDE-интерфейсы, поддерживающие протоколы **ATAPI**, **DMA** и т. д. Многие из приведенных названий официально не утверждены, являются торговыми марками, но тем не менее в литературе встречаются часто. Такая массовость названий связана с тем, что в настоящее время более 90% всех используемых в персональных компьютерах дисковых интерфейсов относятся к категории IDE.

Кратко рассмотрим некоторые модификации.

Fast ATA-2 или **Enhanced IDE (EIDE)** — расширенный IDE), использующий как традиционную (но расширенную) адресацию по номерам головки, цилиндра и сектора, так и адресацию логических блоков (**Logic Block Address — LBA**), поддерживает емкость диска до 2500 Мбайт и скорость обмена до 16,7 Мбайт/с. К адаптеру EIDE, поддерживающему стандарт **ATAPI**, может подключаться до четырех накопителей, в том числе и CD-ROM, и НКМЛ.

ATAPI (ATA Package Interface) — стандарт, созданный с тем, чтобы напрямую подключать к интерфейсу ATA не только жесткие диски, но и дисководы CD-ROM, стримеры, сканеры и т. д. Версии интерфейса ATA-3 и Ultra ATA обслуживают диски большей емкости, имеют скорость обмена до 33 Мбайт/с, поддерживают технологию **SMART (Self Monitoring Analysis and Report Technology)** — технологию самостоятельного слеящего анализа и отчета), позволяющую устройствам сообщать о своих неисправностях, и ряд других сервисов. Современные версии интерфейса ATA/ATAPI-5, ATA/ATAPI-6 по протоколам UDMA/66 и UDMA/100 обеспечивают пиковую пропускную способность 66 и 100 Мбайт/с, соответственно.

UDMA (Ultra Direct Memory Access) — режим прямого доступа к памяти. Обычный метод обмена с жестким диском IDE — это программный ввод-вывод, **PIO (Programmed Input/Output)**, при котором процессор, используя команды ввода-вывода, считывает или записывает данные в буфер жесткого диска, что отнимает какую-то часть процессорного времени. Ввод-вывод путем прямого доступа к памяти идет под управлением самого жесткого диска или его контроллера в паузах между обращениями процессора к памяти, что экономит процессорное время, но несколько снижает максимальную скорость обмена.

На материнских платах реализованы два канала IDE, к каждому из которых возможно подключение до двух устройств.

SCSI (Small Computer System Interface) является более сложным и мощным интерфейсом и широко используется в трех версиях: SCSI-1, SCSI-2 и SCSI-3. Это универсальные периферийные интерфейсы для любых классов внешних устройств. Фактически SCSI является упрощенным вариантом системной шины компьютера, поддерживающим до восьми устройств. Такая организация требует от устройств наличия определенных контроллеров — например, в жестких дисках SCSI все функции кодирования-декодирования, поиска сектора, коррекции ошибок и т. п. возлагаются на встроенную электронику, а внешний SCSI-контроллер выполняет функции обмена данными между устройством и компьютером — часто в автономном режиме, без участия центрального процессора (режимы DMA — прямого доступа к памяти, или **Bus Mastering** — «захватчика», главного абонента

шины). Интерфейсы SCSI-1 имеют 8-битовую шину; SCSI-2 и SCSI-3 — 16- или 32-битовую и рассчитаны на использование в мощных машинах-серверах и рабочих станциях. Существует много различных спецификаций данного интерфейса, отличающихся пиковой пропускной способностью, максимальным числом подключаемых устройств, предельной длиной кабеля. Так, максимальная пропускная способность может достигать 80 и даже 160 Мбайт/с. В интерфейс SCSI: Plug and Play добавлены средства поддержки технологии Plug and Play — автоматическое опознавание типа и функционального назначения устройств, настройка без помощи пользователя или при минимальном его участии, возможность замены устройств во время работы и т. п. Все SCSI-устройства управляются специальным SCSI-контроллером, реализованным чаще в виде отдельной платы расширения, устанавливаемой в свободный разъем на материнской плате. Однако выпускаются и материнские платы со встроенными контроллерами SCSI.

RS-232 — интерфейс обмена данными по последовательному коммуникационному порту (COM-порту). Управление работой COM-портов (число которых ограничено четырьмя) осуществляется специальной микросхемой UART16550A, расположенной на материнской плате. Физически разъем COM-порта может быть 25- или 9-контактным. С помощью данного интерфейса осуществляется работа и подключение таких устройств, как внешний модем, мышь и т. д.

IEEE 1284 (*Institute of Electrical and Electronic Engineers 1284* — стандарт Института инженеров по электротехнике и электронике 1284) — стандарт, описывающий спецификации параллельных скоростных интерфейсов SPP (Standard Parallel Port — стандартный параллельный порт), EPP (Enhanced Parallel Port — улучшенный параллельный порт), ECP (Extended Capabilities Port — порт с расширенными возможностями), как правило, используемых для подключения через параллельные порты компьютера (LPT-порты) таких устройств, как принтеры, внешние запоминающие устройства, сканеры, цифровые камеры. Со стороны LPT-порта установлен стандартный разъем DB-25 (25 контактов), а со стороны устройства используется разъем типа Centronics. Контроллер параллельного порта размещен на материнской плате.

Универсальные последовательные периферийные шины

USB (*Universal Serial Bus*) — новая универсальная последовательная шина. Она появилась в 1995 году и призвана заменить такие устаревшие интерфейсы, как RS-232 (COM-порт) и параллельный интерфейс IEEE 1284 (LPT-порт), то есть прийти на смену последовательным и параллельным клавиатурным и «мышинным» портам — все устройства подключаются к одному разъему, допускающему установку многочисленных устройств с легкостью технологии Plug and Play. Технология Plug and Play — «включай и работай» — позволяет производить «горячую» замену, то есть замену устройств без необходимости выключения и перезагрузки компьютера. После физического подсоединения устройства правильно опознаются и автоматически конфигурируются: USB самостоятельно определяет, что именно подключили к компьютеру, какой драйвер и ресурсы понадобятся устройству, после чего все это выделяет без вмешательства пользователя. Для адекватной работы шины необходима операционная система, которая корректно с ней

работает. В данном случае такой ОС является Windows 95 и выше. К шине USB можно одновременно подключить до 127 устройств, практически любых: мониторы, принтеры, сканеры, клавиатуры и т. д. Каждое устройство, подключенное на первом уровне, может работать в качестве коммутатора — то есть к нему, при наличии соответствующих разъемов, могут подключаться еще несколько устройств. Обмен по интерфейсу — пакетный, скорость обмена — 12 Мбит/с. В 2001 году появилась следующая спецификация интерфейса USB 2.0 (начальный стандарт теперь называется USB 1.1), обеспечивающая пропускную способность 480 Мбит/с. Поддерживается также дополнительный подканал со скоростью обмена данными в 1,5 Мбит/с для медленных устройств (клавиатуры, мыши, модема). Шина USB реализует как синхронный (нужный, например, при проведении телеконференций), так и асинхронный режимы передачи данных. Компания Microtune анонсировала шину Cablefree USB — интерфейсы USB 1.1 и 2.0 с Bluetooth-адаптером, позволяющую подключать устройства по оптическому каналу на расстоянии до 30 метров (технология Bluetooth обеспечивает связь даже при отсутствии прямой видимости).

IEEE 1394 (*Institute of Electrical and Electronic Engineers 1394* — стандарт Института инженеров по электротехнике и электронике 1394) — новый и перспективный последовательный интерфейс, предназначенный для подключения внутренних компонентов компьютера и внешних устройств. IEEE 1394 известен также под именем FireWire — «огненный провод» (хотя это название — собственность Apple и на компьютерах других производителей не применяется, как и цифровой интерфейс iLink компании Sony, также объединенный в стандарте IEEE 1394). Цифровой последовательный интерфейс FireWire характеризуется высокой надежностью и качеством передачи данных, его протокол поддерживает гарантированную передачу критичной по времени информации, обеспечивая прохождение видео- и аудиосигналов в реальном масштабе времени без заметных искажений. При помощи шины FireWire можно подсоединить друг к другу огромное количество различных устройств по технологии Plug and Play и практически в любой конфигурации, чем она выгодно отличается от названных ранее трудно конфигурируемых шин типа SCSI. К одному контроллеру возможно подключение до 63 устройств на один порт с помощью единого шестижильного кабеля. Пропускная способность интерфейса составляет 100–400 Мбит/с, а в будущем ожидается даже 1600 Мбит/с. Этот интерфейс будет использоваться для подключения жестких дисков, дисководов CD-ROM и DVD-ROM, а также высокоскоростных внешних устройств, таких как цифровые видеокамеры, видеомагнитофоны и т. д.

PCMCIA (*Personal Computer Memory Card International Association* — ассоциация производителей плат памяти для персональных компьютеров) — внешняя шина компьютеров класса ноутбуков. Другое название модуля PCMCIA — PC Card. Шина имеет разрядность 16/26 (данные/адрес, адресное пространство — 64 Мбайт), поддерживает автоконфигурирование, возможно подключение и отключение устройств в процессе работы компьютера. Конструктив — миниатюрный 68-контактный разъем. Контакты питания сделаны более длинными, что позволяет вставлять и вынимать карту при включенном питании компьютера.

ACPI (*Advanced Configuration Power Interface* — расширенный интерфейс конфигурирования и питания) — интерфейс, представляющий собой единую систему

управления питанием для всех компонентов компьютера. Поддерживается новейшими модификациями BIOS материнских плат.

В конце 2000 года группа компаний Working Group (Intel, IBM, Maxtor, Quantum, Seagate и др.) анонсировала новый чрезвычайно эффективный последовательный интерфейс **Serial ATA**, обеспечивающий пропускную способность 1500 Мбит/с по 8-жильному кабелю (вместо 80-жильного, используемого параллельным ATA). В последующих версиях предполагается увеличение скорости обмена данными до 3000–6000 Мбит/с.

Появилась информация и о начале работ над интерфейсом Serial Attached SCSI (SAS).

Начало этого тысячелетия вообще знаменуется кардинальным обновлением интерфейсов ПК. Фирма Intel и ее сподвижники почти все порты (COM, LPT, PS/2) и параллельные интерфейсы (ISA, PCI, IDE-ATA) меняют на скоростные последовательные. Уже появились системные платы, использующие только интерфейсы USB, не за горами время, когда мы сможем встретить только интерфейсы Serial ATA.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте краткую характеристику микропроцессора, его структуры, назначения, основных параметров.
2. Назовите и поясните основные функции, выполняемые микропроцессором.
3. Назовите характерные особенности микропроцессоров CISC, RISC и VLIW.
4. Назовите основные модели CISC МП и дайте им сравнительную характеристику.
5. Дайте общую характеристику микропроцессоров семейства Pentium.
6. Назовите и поясните важнейшие особенности МП Pentium 4.
7. Что такое реальный и защищенный режимы работы МП?
8. Поясните структуру, назначение и основные функции устройства управления.
9. Поясните структуру, назначение и основные функции арифметико-логического устройства.
10. Назовите регистры микропроцессорной памяти и дайте им краткую характеристику.
11. Поясните роль системной платы в ПК и назовите основные устройства, на ней расположенные.
12. Что такое системная микросхема (чипсет) и какие функции она выполняет?
13. Дайте краткую характеристику шины ISA.
14. Дайте краткую характеристику шины PCI.
15. Дайте краткую характеристику шины AGP.
16. Дайте краткую характеристику шин USB.
17. Дайте краткую характеристику шины Serial ATA.
18. Дайте краткую характеристику дисковых интерфейсов ATA, ATAPI, SCSI.

Глава 6 Запоминающие устройства ПК

Персональные компьютеры имеют четыре уровня памяти:

- микропроцессорная память (МПП);
- регистровая кэш-память;
- основная память (ОП);
- внешняя память (ВЗУ).

Две важнейших характеристики (емкость памяти и ее быстродействие) указанных типов памяти приведены в табл. 6.1.

Таблица 6.1. Сравнительные характеристики запоминающих устройств

Тип памяти	Емкость	Быстродействие
МПП	Десятки байтов	$t_{\text{обр}} = 0,001\text{--}0,002$ мкс
Кэш-память	Сотни килобайтов	$t_{\text{обр}} = 0,002\text{--}0,01$ мкс
ОП, в том числе:		
ОЗУ	Десятки–сотни мегабайтов	$t_{\text{обр}} = 0,005\text{--}0,02$ мкс
ПЗУ	Сотни килобайтов	$t_{\text{обр}} = 0,035\text{--}0,1$ мкс
ВЗУ, в том числе:		
НМД	Десятки–сотни гигабайтов	$t_{\text{дост}} = 5\text{--}30$ мс $V_{\text{счит}} = 500\text{--}3000$ Кбайт/с
НГМД	Единицы мегабайтов	$t_{\text{дост}} = 65\text{--}100$ мс $V_{\text{счит}} = 40\text{--}150$ Кбайт/с
CD-ROM	Сотни–тысячи мегабайтов	$t_{\text{дост}} = 50\text{--}300$ мс $V_{\text{счит}} = 150\text{--}5000$ Кбайт/с

Быстродействие первых трех типов запоминающих устройств измеряется временем обращения ($t_{\text{обр}}$) к ним, а быстродействие внешних запоминающих устройств — двумя параметрами: временем доступа ($t_{\text{дост}}$) и скоростью считывания ($V_{\text{счит}}$):

- $t_{\text{обр}}$ — сумма времени поиска, считывания и записи информации (в литературе это время часто называют временем доступа, что не совсем строго);
- $t_{\text{дост}}$ — время поиска информации на носителе;
- $V_{\text{счит}}$ — скорость последовательного считывания смежных байтов информации.

Напомним общепринятые сокращения: с — секунда, мс — миллисекунда, мкс — микросекунда, нс — наносекунда; $1\text{с} = 10^6\text{мс} = 10^6\text{мкс} = 10^9\text{нс}$.

Статическая и динамическая оперативная память

Оперативная память может состояться из микросхем динамического (Dynamic Random Access Memory — DRAM) или статического (Static Random Access Memory — SRAM) типа.

Память *статического* типа обладает существенно более высоким быстродействием, но значительно дороже DRAM. В статической памяти элементы (ячейки) построены на различных вариантах триггеров — схем с двумя устойчивыми состояниями. После записи бита в такую ячейку она может пребывать в этом состоянии сколь угодно долго — необходимо только наличие питания. При обращении к микросхеме статической памяти на нее подается полный адрес, который при помощи внутреннего дешифратора преобразуется в сигналы выборки конкретных ячеек. Ячейки SRAM имеют малое время срабатывания (единицы наносекунд), однако микросхемы на их основе отличаются низкой удельной емкостью (единицы Мбит на корпус) и высоким энергопотреблением. Поэтому статическая память используется в основном в качестве микропроцессорной и буферной (кэш-память).

В *динамической* памяти ячейки построены на основе полупроводниковых областей с накоплением зарядов — своеобразных конденсаторов, — занимающих гораздо меньшую площадь, нежели триггеры, и практически не потребляющих энергии при хранении. Конденсаторы расположены на пересечении вертикальных и горизонтальных шин матрицы; запись и считывание информации осуществляется подачей электрических импульсов по тем шинам матрицы, которые соединены с элементами, принадлежащими выбранной ячейке памяти. При обращении к микросхеме на ее входы вначале подается адрес строки матрицы, сопровождаемый сигналом RAS (Row Address Strobe — строб адреса строки), затем через некоторое время — адрес столбца, сопровождаемый сигналом CAS (Column Address Strobe — строб адреса столбца). Поскольку конденсаторы постепенно разряжаются (заряд сохраняется в ячейке в течение нескольких миллисекунд), во избежание потери хранимой информации заряд в них необходимо постоянно регенерировать, отсюда и название памяти — динамическая. На подзаряд тратится и энергия, и время, и это снижает производительность системы.

Ячейки динамической памяти по сравнению со статической имеют большее время срабатывания (десятки наносекунд), но большую удельную плотность (порядка десятков Мбит на корпус) и меньшее энергопотребление. Динамическая память используется для построения оперативных запоминающих устройств основной памяти ПК.

Регистровая кэш-память

Регистровая кэш-память — высокоскоростная память сравнительно большой емкости, являющаяся буфером между ОП и МП и позволяющая увеличить скорость выполнения операций. Регистры кэш-памяти недоступны для пользователя, отсюда и название кэш (cache), что в переводе с английского означает «тайник».

В современных материнских платах применяется конвейерный кэш с блочным доступом (Pipelined Burst Cache). В кэш-памяти хранятся копии блоков данных тех областей оперативной памяти, к которым выполнялись последние обращения, и весьма вероятны обращения в ближайшие такты работы — быстрый доступ к этим данным и позволяет сократить время выполнения очередных команд программы. При выполнении программы данные, считанные из ОП с небольшим опережением, записываются в кэш-память. В кэш-память записываются и результаты операций, выполненных в МП.

По принципу записи результатов в оперативную память различают два типа кэш-памяти:

- в кэш-памяти «с обратной записью» результаты операций, прежде чем их записать в ОП, фиксируются, а затем контроллер кэш-памяти самостоятельно перезаписывает эти данные в ОП;
- в кэш-памяти «со сквозной записью» результаты операций одновременно, параллельно записываются и в кэш-память, и в ОП.

Микропроцессоры начиная от МП 80486 обладают встроенной в основное ядро МП кэш-памятью (или кэш-памятью 1-го уровня — L1), чем, в частности, и обуславливается их высокая производительность. Микропроцессоры Pentium имеют кэш-память отдельно для данных и отдельно для команд; у Pentium емкость этой памяти небольшая — по 8 Кбайт, у Pentium MMX — по 16 Кбайт. У Pentium Pro и выше кроме кэш-памяти 1-го уровня есть и встроенная на микропроцессорную плату кэш-память 2-го уровня (L2) емкостью от 128 Кбайт до 2048 Кбайт. Эта встроенная кэш-память работает либо на полной тактовой частоте МП, либо на его половинной тактовой частоте.

Следует иметь в виду, что для всех МП может использоваться дополнительная кэш-память 2-го (L2) или 3-го (L3) уровня, размещаемая на материнской плате вне МП, емкость которой может достигать нескольких мегабайтов (кэш на МВ относится к уровню 3, если МП, установленный на этой плате, имеет кэш 2-го уровня). Время обращения к кэш-памяти зависит от тактовой частоты, на которой кэш работает, и составляет обычно 1–2 такта. Так, для кэш-памяти L1 МП Pentium характерно время обращения 2–5 нс, для кэш-памяти L2 и L3 это время доходит до 10 нс. Пропускная способность кэш-памяти зависит и от времени обращения, и от пропускной способности интерфейса и лежит в широких пределах от 300 до 3000 Мбайт/с.

Использование кэш-памяти существенно увеличивает производительность системы. Чем больше размер кэш-памяти, тем выше быстродействие, но эта зависимость нелинейная. Имеет место постепенное уменьшение скорости роста общей производительности компьютера с ростом размера кэш-памяти. Для современ-

ных ПК рост производительности, как правило, практически прекращается после 1 Мбайт кэш-памяти L2. Создается кэш-память на основе микросхем статической памяти.

ПРИМЕЧАНИЕ

В современных ПК часто применяется и кэш-память между внешними запоминающими устройствами на дисках и оперативной памятью, обычно относящаяся к 3-му уровню, реже, если есть кэш L3 на системной плате, к 4-му уровню. Кэш-память для ВЗУ создается либо в поле оперативной памяти, либо непосредственно в модуле самого ВЗУ.

Основная память

При рассмотрении структуры основной памяти можно говорить как о физической структуре, то есть об основных ее конструктивных компонентах, так и о логической структуре, то есть о ее различных областях, условно выделенных для организации более удобных режимов их использования и обслуживания.

Физическая структура основной памяти

Упрощенная структурная схема модуля основной памяти при матричной его организации представлена на рис. 6.1.

При матричной организации адрес ячейки, поступающий в регистр адреса, например по 20-разрядным *кодovým шинам адреса*, делится на две 10-разрядные части, поступающие соответственно в *Рег. адр. X* и *Рег. адр. Y*. Из этих регистров коды полуадресов поступают в дешифраторы *дешифратор X* и *дешифратор Y*, каждый из которых в соответствии с полученным адресом выбирает одну из 1024 шин. По выбранным шинам подаются сигналы записи-считывания в ячейку памяти, находящуюся на пересечении этих шин. Таким образом адресуется 10^6 (точнее 1024^2) ячеек.

Считываемая или записываемая информация поступает в *регистр данных (Рег. данных)*, непосредственно связанный с кодовыми шинами данных. Управляющие сигналы, определяющие, какую операцию следует выполнить, поступают по кодовым шинам инструкций. *Куб памяти* содержит набор запоминающих элементов — собственно ячеек памяти.

Основная память (ОП) содержит оперативное (**RAM** — Random Access Memory) и постоянное (**ROM** — Read Only Memory) запоминающие устройства.

Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) предназначено для хранения информации (программ и данных), непосредственно участвующей в вычислительном процессе в текущий интервал времени. ОЗУ — энергозависимая память: при отключении напряжения питания информация, хранящаяся в ней, теряется. Основу ОЗУ составляют микросхемы динамической памяти DRAM. Это большие интегральные схемы, содержащие матрицы полупроводниковых запоминающих элементов — полупроводниковых конденсаторов. Наличие заряда в конденсаторе обычно означает «1», отсутствие заряда — «0». Конструктивно элементы опе-

ративной памяти выполняются в виде отдельных модулей памяти — небольших плат с напаянными на них одной или, чаще, несколькими микросхемами. Эти модули вставляются в разъемы — слоты на системной плате. На материнской плате может быть несколько групп разъемов — банков — для установки модулей памяти; в один банк можно ставить лишь блоки одинаковой емкости, например, только по 16 Мбайт или только по 64 Мбайт; блоки разной емкости можно устанавливать только в разных банках.

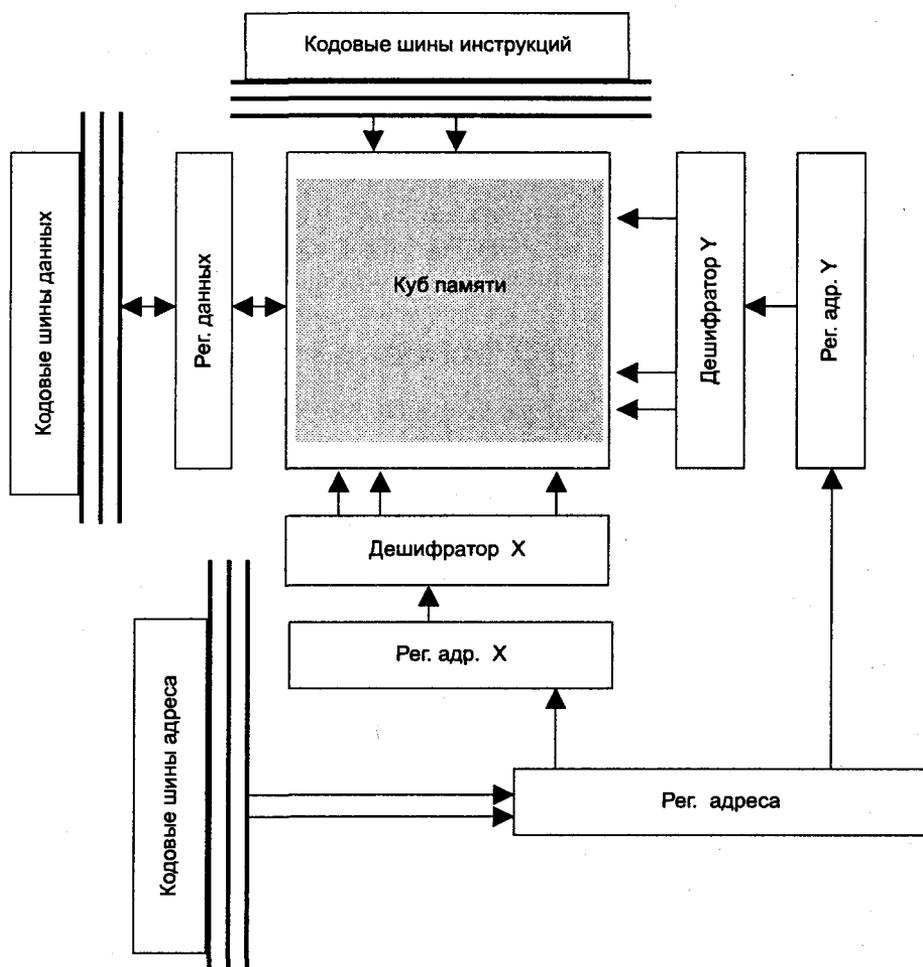


Рис. 6.1. Структурная схема модуля основной памяти

Модули памяти характеризуются конструктивом, емкостью, временем обращения и надежностью работы. Важным параметром модуля памяти является его надежность и устойчивость к возможным сбоям. Надежность работы современных модулей памяти весьма высокая — среднее время наработки на отказ составляет сотни тысяч часов, но тем не менее предпринимаются и дополнительные

меры повышения надежности. Вопросы обеспечения надежности и достоверности ввиду их важности специально рассмотрены в части VI учебника. Здесь лишь укажем, что одним из направлений, повышающих надежность функционирования подсистемы памяти, является использование специальных схем контроля и избыточного кодирования информации.

Модули памяти бывают с контролем четности (parity) и без контроля четности (non parity) хранимых битов данных. Контроль по четности позволяет лишь обнаружить ошибку и прервать исполнение выполняемой программы. Существуют и более дорогие модули памяти с автоматической коррекцией ошибок — ECC-память, использующие специальные корректирующие коды с исправлением ошибок (см. раздел «Обеспечение достоверности информации» главы 20).

ПРИМЕЧАНИЕ

Некоторые недобросовестные фирмы (китайские, например), с целью повышения конкурентоспособности своих изделий в глазах неопытных покупателей, ставят в модули памяти специальный имитатор четности — микросхему-сумматор, выдающую при считывании ячейки всегда правильный бит четности. В этом случае никакого контроля нет, а лишь имитируется его выполнение. Надо сказать, что эта имитация иногда и полезна, так как существуют системные платы, требующие для своей корректной работы присутствия бита контроля четности.

Существуют следующие типы модулей оперативной памяти:

- DIP;
- SIP;
- SIPP;
- SIMM;
- DIMM;
- RIMM.

Рассмотрим их подробнее.

DIP, SIP и SIPP

DIP (Dual In-line Package — корпус с двухрядным расположением выводов) — одиночная микросхема памяти, сейчас используется только в составе более укрупненных модулей (в составе модулей SIMM, например). **SIP** (Single In-line Package — корпус с однорядным расположением выводов) — микросхема с одним рядом выводов, устанавливаемая вертикально. **SIPP** (Single In-line Pinned Package — корпус с однорядным расположением проволочных выводов) — 30-контактный (штырьковый) модуль. Модули SIP и SIPP сейчас практически не применяются.

SIMM

SIMM (Single In-line Memory Module) представляет собой печатную плату с односторонним краевым разъемом типа слот и установленными на ней совместимыми микросхемами памяти типа DIP. Микросхемы SIMM бывают двух разных

типов: короткие на 30 контактов (длина 75 мм) и длинные на 72 контакта (длина 100 мм). Модули SIMM имеют емкость 256 Кбайт, 1, 4, 8, 16, 32 и 64 Мбайт. Модули SIMM выпускаются с контролем и без контроля по четности и с эмуляцией контроля по четности. Память SIMM отличается также низким быстродействием — обычно она имеет время обращения 60 и 70 нс. Сейчас такое время обращения считается нежелательным, поэтому модули SIMM встречаются только в устаревших ПК.

DIMM

DIMM (Dual In-line Memory Module) — более современные модули, имеющие 168-контактные разъемы (длина модуля 130 мм); могут устанавливаться только на те типы системных плат, которые имеют соответствующие разъемы. Появление DIMM стимулировалось выпуском процессоров Pentium, имеющих 64-битовую шину данных. Необходимое число модулей памяти для заполнения шины называется банком памяти. В случае 64-разрядной шины для этого требуется два 32-битовых 72-контактных модуля SIMM или один 64-битовый модуль DIMM, имеющий 168 контактов. Модуль DIMM может иметь разрядность 64 бита (без контроля четности), 72 бита (с контролем четности) и 80 битов (память ECC). Емкость модулей DIMM: 16, 32, 64, 128, 256 и 512 Мбайт. Время обращения, характерное для современных модулей DIMM, работающих на частоте 100 и 133 МГц (модули PC100, PC133), лежит в пределах 6–10 нс.

RIMM

RIMM (Rambus In-line Memory Module) — новейший тип оперативной памяти. Появление технологии Direct Rambus DRAM потребовало нового конструктивного исполнения для модулей памяти. Микросхемы Direct RDRAM собираются в модули RIMM, внешне подобные стандартным DIMM, что, кстати, и нашло отражение в названии модулей нового конструктива. На плате модуля RIMM может быть до 16 микросхем памяти Direct RDRAM, установленных по восемь штук с каждой стороны платы. Модули RIMM могут быть использованы на системных платах с форм-фактором ATX, BIOS и чипсеты которых согласованы с данным типом памяти. Среди микросхем фирмы Intel это чипсеты i820, i840, i850 и их модификации. На системной плате предусматривается до четырех разъемов под данные модули. Необходимо отметить, что модули RIMM требуют интенсивного охлаждения. Это связано со значительным энергопотреблением и, соответственно, тепловыделением, что обусловлено высоким быстродействием данных модулей памяти (время обращения 5 нс и ниже). Хотя внешне модули RIMM напоминают модули DIMM, они имеют меньшее число контактов и с обеих сторон закрыты специальными металлическими экранами, которые защищают модули RIMM, работающие на больших частотах, экранируя их чувствительные электронные схемы от внешних электромагнитных наводок. В настоящее время спецификации определяют три типа модулей, различающихся рабочими частотами и пропускной способностью. Обозначаются они как RIMM PC800, RIMM PC700, RIMM PC600. Наиболее быстродействующими являются модули RIMM PC800, работающие с чипсетом i850 на внешней тактовой частоте 400 МГц и имеющие

пропускную способность 1,6 Гбайт/с. Модули RIMM PC600 и RIMM PC700 предназначены для работы на повышенных частотах шины памяти, например на частоте 133 МГц, поддерживаемой современными чипсетами.

Типы оперативной памяти

Различают следующие типы оперативной памяти:

- FPM DRAM;
- RAM EDO;
- BEDO DRAM;
- SDRAM;
- DDR SDRAM;
- DRDRAM и т. д.

FPM DRAM

FPM DRAM (Fast Page Mode DRAM) — динамическая память с быстрым страничным доступом, активно используется с микропроцессорами 80386 и 80486. Память со страничным доступом отличается от обычной динамической памяти тем, что после выбора строки матрицы и удержании RAS допускает многократную установку адреса столбца, стробируемого CAS. Это позволяет ускорить блочные передачи, когда весь блок данных или его часть находятся внутри одной строки матрицы, называемой в этой системе страницей. Существуют две разновидности FPM DRAM, различающиеся временем обращения: 60 и 70 нс. Ввиду своей медлительности они не эффективны в системах с процессорами уровня Pentium II. Модули FPM DRAM в основном выпускались в конструктиве SIMM.

RAM EDO

RAM EDO (EDO — Extended Data Out, расширенное время удержания (доступности) данных на выходе) фактически представляет собой обычные микросхемы FPM, к которым добавлен набор регистров-«защелок», благодаря чему данные на выходе могут удерживаться в течение следующего запроса к микросхеме. При страничном обмене такие микросхемы работают в режиме простого конвейера: удерживают на выходе содержимое последней выбранной ячейки, в то время как на их входы уже подается адрес следующей выбираемой ячейки. Это позволяет примерно на 15% по сравнению с FPM ускорить процесс считывания последовательных массивов данных. При случайной адресации такая память никакого выигрыша в быстродействии не дает. Память типа RAM EDO имеет минимальное время обращения 45 нс и максимальную скорость передачи данных по каналу процессор-память 264 Мбайт/с. Модули RAM EDO выпускались в конструктивах SIMM и DIMM.

BEDO DRAM

BEDO DRAM (Burst Extended Data Output, EDO с блочным доступом). Современные процессоры благодаря внутреннему и внешнему кэшированию команд

и данных обмениваются с основной памятью преимущественно блоками слов максимальной длины. Этот вид памяти позволяет обрабатывать данные пакетно (блоками) так, что данные считываются блоками за один такт. В случае памяти BEDO отпадает необходимость постоянной подачи последовательных адресов на входы микросхем с соблюдением необходимых временных задержек — достаточно стробировать переход к очередному слову блока. Этот метод позволяет BEDO DRAM работать очень быстро. Память BEDO DRAM поддерживают некоторые чипсеты фирм VIA Apollo (580VP, 590VP, 680VP) и Intel (i480TX и т. д.) на частоте шины не выше 66 МГц. Активную конкуренцию этому виду памяти составляет память SDRAM, которая постепенно ее и вытесняет. BEDO DRAM представлена модулями и SIMM и DIMM.

SDRAM

SDRAM (Synchronous DRAM — синхронная динамическая память), память с синхронным доступом, увеличивает производительность системы за счет синхронизации скорости работы ОЗУ со скоростью работы шины процессора. SDRAM также осуществляет конвейерную обработку информации, выполняя внутреннее разделение массива памяти на два независимых банка, что позволяет совмещать выборку из одного банка с установкой адреса в другом банке. SDRAM также поддерживает блочный обмен. Основная выгода от использования SDRAM состоит в поддержке последовательного доступа в синхронном режиме, где удается исключить дополнительные такты ожидания. Память SDRAM может устойчиво функционировать на высоких частотах: выпускаются модули, рассчитанные на работу при частотах 100 МГц (спецификация PC100) и 133 МГц (PC133). В начале 2000 года фирма Samsung объявила о выпуске новых интегральных микросхем (ИС) SDRAM с рабочей частотой 266 МГц. Время обращения к данным в этой памяти зависит от внутренней тактовой частоты МП и достигает 5–10 нс, максимальная скорость передачи данных «процессор-память» при частоте шины 100 МГц составляет 800 Мбайт/с (фактически равна скорости передачи данных по каналу процессор-кэш). Память SDRAM дает общее увеличение производительности ПК примерно на 25%. Правда, эта цифра относится к работе ПК без кэш-памяти, — при наличии мощной кэш-памяти выигрыш в производительности может составить всего несколько процентов. SDRAM обычно выпускается в 168-контактных модулях типа DIMM и имеет 64-разрядную шину данных. Используется не только в качестве оперативной памяти, но и как память видеоадаптеров, где она полезна при просмотре живого видео и при работе с трехмерной графикой.

DDR SDRAM

DDR SDRAM (Double Data Rate SDRAM — SDRAM II). Вариант памяти SDRAM, осуществляющий передачу информации по обоим фронтам тактового сигнала. Это позволяет удвоить пропускную способность по сравнению с традиционной памятью SDRAM (до 1,6 Гбайт/с при частоте шины 100 МГц). Кроме того, DDR SDRAM может работать на более высокой частоте — в начале 2000 года были выпущены 143, 166 и 183 МГц 64-мегабитовые модули DDR

SDRAM. Модули DDR DRAM конструктивно совместимы с традиционными 168-контактными DIMM. Используются не только в качестве элементов оперативной памяти, но и в высокопроизводительных видеоадаптерах. Сейчас они ориентированы в первую очередь на рынок видеоадаптеров. В конце 2001 года компания Hynix Semiconductor представила образец 128 Мбит DDR SDRAM (0,16 мкм). Его тактовая частота 375 МГц — самая высокая частота для DDR SDRAM на сегодняшний день (2003 год).

DRDRAM

DRDRAM (Direct Rambus DRAM — динамическая память с прямой шиной для RAM) — перспективный тип оперативной памяти, позволивший значительно увеличить производительность компьютеров. Высокое быстродействие памяти Direct RDRAM достигается рядом особенностей, не встречающихся в других типах. В частности, применением собственной двухбайтовой шины Rambus с частотой 800 МГц, обеспечивающей пиковую пропускную способность до 1,6 Гбайт/с. Контроллер памяти Direct RDRAM управляет шиной Rambus и обеспечивает преобразование ее протокола с частотой 800 МГц в стандартный 64-разрядный интерфейс с частотой шины до 200 МГц. Фирма Intel выпустила чипсеты i820, i840, i850 с поддержкой DRDRAM. Модули Direct RDRAM — RIMM внешне подобны модулям DIMM.

В маркировке SDRAM и DRDRAM (часто именуемой также как RDRAM) обычно указывается рабочая частота модуля в виде, например, обозначения PC150, что для SDRAM означает пиковую пропускную способность 1200 Мбайт/с — такую же, как у PC600 для DRDRAM (ввиду малоразрядности шины последней). Правда, многие чипсеты (например i850) поддерживают двухканальный обмен с памятью DRDRAM, что удваивает ее пропускную способность.

Для DDRDRAM указание PC150 подразумевало бы пропускную способность 2400 Мбайт/с — в 2 раза большую, чем для SDRAM (ввиду передачи информации по двум фронтам импульса). Но для DDR принято в маркировке около букв PC указывать не рабочую частоту, а саму пропускную способность. То есть маркировка PC2400 для DDRDRAM означает DDR-память с рабочей частотой 150 МГц (возможное обозначение такой памяти, как DDR150).

Увеличение разрядности и частоты шины Rambus, обещанное в ближайшие годы, делает память DRDRAM, несмотря на ее высокую стоимость, весьма перспективной. Так, компания Samsung наметила в конце 2003 года выпустить 64-битовую память (с четырьмя 16-битовыми каналами), имеющую пропускную способность 8500 Мбайт/с (PC1066) и 9600 Мбайт/с (PC1200). Ближайшие перспективы DDRDRAM ненамного скромнее: фирма Hynix Semiconducta анонсировала 512-мегабитовые чипы DDR, изготовленные по 0,10 мкм-технологии с рабочими частотами 266, 333 и 400 МГц (скорость обмена до 6400 Мбайт/с).

Характеристики отдельных видов памяти представлены в табл. 6.2.

В конце 2002 года появилось сообщение о создании компаниями Toshiba и Infineon Technologies AG новой ферроэлектрической микросхемы энергонезависимой памяти (FeRAM — Ferroelectric Random Access non-volatile Memory) емкостью 32 Мбит, по пропускной способности сравнимой с SDRAM.

Таблица 6.2. Характеристики некоторых типов памяти

Год выпуска	Тип памяти	Тактовая частота, МГц	Разрядность шины (бит)	Пиковая пропускная способность Мбайт/с
1987	FPM DRAM	33	32	132
1995	EDO DRAM	50	32	200
1997	SDRAM	66	64	528
1998	SDRAM	100	64	800
2000	SDRAM	133	64	1064
1999	DRDRAM, 1 канал	600	16	1200
2000	DRDRAM, 1 канал	800	16	1600
2001	DRDRAM, 2 канала	600	16	2400
2001	DRDRAM, 2 канала	800	16	3200
2002	DRDRAM, 2 канала	1066	16	4300
2001	DDR SDRAM	100	64	1600
2001	DDR SDRAM	150	64	2400
2001	DDR SDRAM II	100	64	3200
2003	DDR SDRAM II	200	64	6400

Компании IBM и Infineon Technologies разработали технологию магнитной оперативной памяти с произвольной выборкой (MRAM). Работает MRAM аналогично флэш-памяти (Flash) и является энергонезависимой. IBM сообщила, что MRAM сможет заменить существующие разновидности DRAM уже к 2005 году. Компьютер с MRAM будет загружаться практически мгновенно.

ПРИМЕЧАНИЕ

Развитие технологии хранения информации наглядно свидетельствует о движении технического прогресса по спирали, на следующем витке спирали используются старые принципы, реализованные на более прогрессивной технологии. Действительно, первые ОЗУ строились на базе электромагнитных линий задержки (динамические ОЗУ), затем на базе магнитных тороидальных сердечников и пленок (МОЗУ), далее снова на динамических элементах (CMOS-транзисторах, DIMM) и грядет MRAM (опять МОЗУ).

Постоянные запоминающие устройства

Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ или ROM — *Read Only Memory*, память только для чтения) также строится на основе установленных на материнской плате модулей (кассет) и используется для хранения неизменяемой информации: загрузочных программ операционной системы, программ тестирования устройств компьютера и некоторых драйверов базовой системы ввода-вывода (BIOS) и т. д.

К ПЗУ принято относить энергонезависимые постоянные и «полупостоянные» запоминающие устройства, из которых оперативно можно только считывать

информацию, запись информации в ПЗУ выполняется вне ПК в лабораторных условиях или при наличии специального программатора — в компьютере. По технологии записи информации можно выделить ПЗУ следующих типов:

- ❑ микросхемы, программируемые только при изготовлении — классические или масочные ПЗУ или ROM;
- ❑ микросхемы, программируемые однократно в лабораторных условиях — программируемые ПЗУ (ППЗУ) или programmable ROM (PROM);
- ❑ микросхемы, программируемые многократно — перепрограммируемые ПЗУ или erasable PROM (EPROM). Среди них следует отметить электрически перепрограммируемые микросхемы EEPROM (Electrical Erasable PROM), в том числе **флэш-память**.

Устанавливаемые на системной плате ПК модули и кассеты ПЗУ имеют емкость, как правило, не превышающую 128 Кбайт. Быстродействие у постоянной памяти меньше, чем у оперативной, поэтому для повышения производительности содержимое ПЗУ копируется в ОЗУ, и при работе непосредственно используется только эта копия, называемая также *теневого ПЗУ (Shadow ROM)*.

В настоящее время в ПК используются «полупостоянные», перепрограммируемые запоминающие устройства — флэш-память. Модули, или карты, флэш-памяти могут устанавливаться прямо в разъемы материнской платы и имеют следующие параметры: емкость до 512 Мбайт (в ПЗУ BIOS используются до 128 Кбайт), время обращения по считыванию 0,035–0,2 мкс, время записи одного байта 2–10 мкс. Флэш-память — энергонезависимое запоминающее устройство. Примером такой памяти может служить память NVRAM — Non Volatile RAM со скоростью записи 500 Кбайт/с. Обычно для перезаписи информации необходимо подать на специальный вход флэш-памяти напряжение программирования (12 В), что исключает возможность случайного стирания информации. Перепрограммирование флэш-памяти может выполняться непосредственно с гибкого диска или с клавиатуры ПК при наличии специального контроллера, либо с внешнего программатора, подключаемого к ПК. Флэш-память бывает весьма полезной как для создания весьма быстродействующих, компактных, альтернативных НМД запоминающих устройств — «твердотельных дисков», так и для замены ПЗУ, хранящего программы BIOS, позволяя прямо с «дискеты» обновлять и заменять эти программы на более новые версии при модернизации ПК.

Логическая структура основной памяти

Структурно основная память состоит из миллионов отдельных однобайтовых ячеек памяти. Общая емкость основной памяти современных ПК обычно лежит в пределах от 16 Мбайт до 512 Мбайт. Емкость ОЗУ на один-два порядка превышает емкость ПЗУ: ПЗУ занимает 128 Кбайт, остальной объем — это ОЗУ. Каждая ячейка памяти имеет свой уникальный адрес. Для ОЗУ и ПЗУ отводится единое адресное пространство.

Адресное пространство определяет максимально возможное количество непосредственно адресуемых ячеек основной памяти. Адресное пространство зависит

от разрядности адресных шин, поскольку максимальное количество адресов определяется разнообразием двоичных чисел, которые можно отобразить в n разрядах, то есть адресное пространство равно 2^n , где n — разрядность адреса. За основу в ПК взят 16-разрядный адресный код, равный по длине размеру машинного слова. При помощи 16-разрядного представления адреса можно непосредственно адресовать всего $2^{16} = 65\,536 = 64$ Кбайт ячеек памяти. Это 64-килобайтовое поле памяти, так называемый *сегмент*, также является базовым в логической структуре ОП. Следует заметить, что в *защищенном режиме* размер сегмента может быть иным и значительно превышать 64 Кбайт.

Современные ПК (кроме простейших бытовых компьютеров) имеют основную память, емкостью существенно больше 1 Мбайт. Но память до 1 Мбайт является еще одним важным структурным компонентом ОП — назовем ее непосредственно адресуемой памятью (справедливо полностью только для *реального режима*). Для адресации 1 Мбайт = $2^{20} = 1\,048\,576$ ячеек непосредственно адресуемой памяти необходим 20-разрядный код, получаемый в ПК при помощи специальной структуризации адресов ячеек ОП.

Абсолютный (полный, физический) *адрес* ($A_{\text{абс}}$) формируется в виде суммы нескольких составляющих, чаще всего используемыми из которых являются: адрес сегмента и адрес смещения.

Адрес сегмента ($A_{\text{сегм}}$) — это начальный адрес 64-килобайтового поля, внутри которого находится адресуемая ячейка.

Адрес смещения ($A_{\text{см}}$) — это относительный 16-разрядный адрес ячейки внутри сегмента.

$A_{\text{сегм}}$ должен быть 20-разрядным, но если принять условие, что $A_{\text{сегм}}$ должен быть обязательно кратным параграфу (в последних четырех разрядах должен содержать нули), то однозначно определять этот адрес можно 16-разрядным кодом, «увеличенным» в 16 раз, что равносильно дополнению исходного кода справа 4 нулями и превращению его, таким образом, в 20-разрядный код. То есть условно можно записать:

$$A_{\text{абс}} = 16 \times A_{\text{сегм}} + A_{\text{см}}$$

Для удобства программирования и оптимизации ряда операций микропроцессоры ПК поддерживают еще две составляющие смещения: адрес базы и адрес индекса. Следует отметить, что процессор ПК может обращаться к основной памяти, используя только абсолютный адрес, в то время как программист может использовать все составляющие адреса, рассмотренные выше.

В современных ПК существует режим *виртуальной адресации* (virtual — мнимый, кажущийся, воображаемый). Виртуальная адресация применяется для увеличения адресного пространства ПК при наличии ОП большой емкости (*простая виртуальная адресация*) или при организации *виртуальной памяти*, в которую наряду с ОП включается и часть внешней (обычно дисковой) памяти. При виртуальной адресации вместо начального адреса сегмента $A_{\text{сегм}}$ в формировании абсолютного адреса $A_{\text{абс}}$ принимает участие многоразрядный адресный код, считываемый из специальных таблиц. Принцип простой виртуальной адресации

можно пояснить следующим образом. В регистре сегмента содержится не $A_{\text{сегм}}$, а некий селектор, имеющий структуру:

ИНДЕКС	F	СЛ
--------	---	----

где *СЛ* — вспомогательная служебная информация; *F* — идентификатор, определяющий тип таблицы дескрипторов для формирования $A_{\text{сегм}}$ (таблицы дескрипторов создаются в ОП при виртуальной адресации автоматически):

- если $F = 0$, то используется глобальная таблица дескрипторов (GDT), общая для всех задач, решаемых в ПК в многозадачном режиме;
- если $F = 1$, то используется локальная таблица дескрипторов (LDT), создаваемая для каждой задачи отдельно.

В соответствии с индексом и идентификатором из GLT или LDT извлекается 64-битовая строка, содержащая, в частности, и адрес сегмента. Разрядность этого адреса зависит от размера адресного пространства микропроцессора, точнее равна разрядности его адресной шины. Подобная виртуальная адресация используется в защищенном режиме работы микропроцессора. Для большей плотности размещения информации в оперативной памяти (уменьшения сегментированности, характерной для многозадачного режима) часто практикуется *сегментно-страничная* адресация, при которой поля памяти выделяются программам внутри сегментов страницами размером от 2 до 4 Кбайт. Формирование сегментно-страничной структуры адресов выполняется автоматически операционной системой.

Виртуальная память создается при недостаточном объеме оперативной памяти, не позволяющем разместить в ней сразу всю необходимую информацию для выполняемого задания. При загрузке очередной задачи в оперативную память необходимо выполнить *распределение* машинных ресурсов, в частности оперативной памяти, между компонентами одновременно решаемых задач (в принципе, оперативной памяти может не хватить и для решения одной сложной задачи). При подготовке программ в их код заносятся условные адреса, которые должны быть затем привязаны к конкретному месту в памяти. Распределение памяти может выполняться или в *статическом* режиме до загрузки программы в ОП, или в *динамическом* режиме автоматически в момент загрузки программы или в процессе ее выполнения. Статическое распределение памяти весьма трудоемко, поэтому применяется редко. Если очевидно, что реальная память меньше требуемого программой адресного пространства, программист может вручную разбить программу на части, вызываемые в ОП по мере необходимости — создать *оверлейную* структуру программы. Обычно же используется режим динамического распределения памяти.

При динамическом распределении памяти в случае недостаточной емкости ОП полезно воспользоваться *виртуальной памятью*. В режиме виртуальной памяти пользователь имеет дело не с физической ОП, действительно имеющейся в ПК, а с *виртуальной одноуровневой памятью*, емкость которой равна всему адресному пространству микропроцессора. На всех этапах подготовки программы, включая ее загрузку в оперативную память, в программе используются виртуальные адреса, и лишь при непосредственном исполнении машинной команды выполняется преобразование виртуальных адресов в реальные физические адреса ОП.

При этом реально программа может размещаться частично в ОП, частично во внешней памяти на жестком диске.

Технология организации виртуальной памяти следующая. Физические оперативная и дисковая (привлеченная к задаче) память и виртуальная память разбиваются на страницы одинакового размера по 4 Кбайт. Страницам виртуальной и физической памяти присваиваются номера, которые сохраняются одними и теми же на весь период решения задачи. Операционная система формирует две таблицы:

- страниц виртуальной памяти,
 - физического размещения страниц,
- и устанавливает логические связи между ними (рис. 6.2).

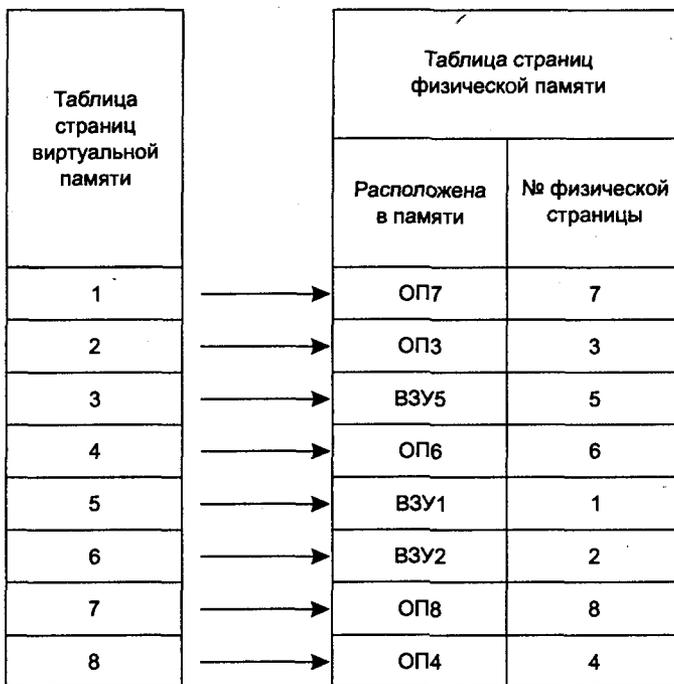


Рис. 6.2. Таблица страниц

На рис. 6.2 видно, что физические страницы могут находиться в текущий момент времени как в оперативной, так и во внешней памяти. Из внешней памяти виртуальные страницы автоматически перемещаются в оперативную только тогда, когда к ним происходит обращение. При этом они замещают уже отработавшие страницы. Страничные таблицы для каждой программы формируются операционной системой в процессе распределения памяти и изменяются каждый раз, когда физические страницы перемещаются из ВЗУ в ОП. Виртуальная память может иметь и сегментно-страничную организацию. В этом случае виртуальная память делится сначала на сегменты, а внутри них на страницы. Принцип организации такой памяти аналогичен рассмотренному выше.

Для ПК характерно стандартное распределение непосредственно адресуемой памяти между ОЗУ и ПЗУ (рис. 6.3).

Стандартная память 640 Кбайт		Верхняя память 384 Кбайт	
64 Кбайт Область служебных программ и данных ОС	576 Кбайт Область программ и данных операционной системы и пользователя	256 Кбайт Служебная память	128 Кбайт Область ПЗУ — программ BIOS
ОЗУ		ПЗУ	

Рис. 6.3. Непосредственно адресуемая память

Основная память в соответствии с методами обращения и адресации делится на отдельные, иногда частично или полностью перекрывающиеся друг друга области, имеющие общепринятые названия. В частности, обобщенно логическая структура основной памяти ПК общей емкостью 64 Мбайт представлена на рис. 6.4.

Непосредственно адресуемая память		Расширенная память					
Стандартная память	Верхняя память	Высокая память					
0	640 Кбайт	640 Кбайт	1024 Кбайт	1024 Кбайт	1088 Кбайт	1088 Кбайт	64 Мбайт

Рис. 6.4. Логическая структура основной памяти

Прежде всего, основная память компьютера делится на две логические области: непосредственно адресуемую память, занимающую первые 1024 Кбайт ячеек с адресами от 0 до 1024 Кбайт – 1, и расширенную память, доступ к ячейкам которой возможен при использовании специальных программ-драйверов или в защищенном режиме работы микропроцессора.

Драйвер – специальная программа, управляющая работой памяти или внешними устройствами компьютера и организующая обмен информацией между МП, ОП и внешними устройствами компьютера.

Стандартной памятью (СМА – Conventional Memory Area) называется непосредственно адресуемая память в диапазоне от 0 до 640 Кбайт.

Непосредственно адресуемая память в диапазоне адресов от 640 Кбайт до 1024 Кбайт называется **верхней памятью** (UMA – Upper Memory Area или UMB – Upper Memory Blocks). Верхняя память зарезервирована для служебной памяти (ранее называлась видеопамью дисплея) и постоянного запоминающего устройства. В служебной памяти формируются участки-«окна», используемые при помощи драйверов в качестве оперативной памяти общего назначения.

Расширенная память – память с адресами 1024 Кбайт и выше. В реальном режиме имеются два основных способа доступа к этой памяти:

- по спецификации **XMS** (память ХМА – eXtended Memory Area);
- по спецификации **EMS** (память ЕМА – Expanded Memory Area).

Доступ к расширенной памяти согласно спецификации **XMS** (*eXtended Memory Specification*) организуется при помощи специального драйвера (например, ХММ — eXtended Memory Manager) путем пересылки по мере необходимости отдельных полей ХМА в свободные области верхней памяти (УМА). Эту память иногда называют *дополнительной*.

Спецификация **EMS** (*Expanded Memory Specification*) является более ранней. Согласно этой спецификации доступ реализуется не путем пересылки, а лишь путем отображения по мере необходимости отдельных полей Expanded Memory в свободные области верхней памяти. Отображение организуется путем динамического замещения адресов полей ЕМА в «окнах» УМА размером 64 Кбайт, разбитых на 16-килобайтовые страницы. В окне УМА хранится не обрабатываемая информация, а лишь адреса, обеспечивающие доступ к этой информации. Память, организуемая по спецификации EMS, носит название *отображаемой*. Поэтому сочетание слов Expanded Memory (EM) иногда переводят как *отображаемая память* (хотя термин Expanded почти идентичен термину Extended и более точно переводится как расширенный, увеличенный). Для организации отображаемой памяти при работе в реальном режиме процессора необходим драйвер EMM.EXE (Expanded Memory Manager). Отображаемая память медленная и поэтому она постепенно уступает место Extended Memory.

В *реальном режиме расширенная память* может быть использована главным образом для хранения данных и некоторых программ ОС. Часто расширенную память используют для организации виртуальных (электронных) дисков. Исключение составляет **HMA**, которая может адресоваться и непосредственно при использовании драйвера HIMEM.SYS (High Memory Manager). Область HMA может использоваться для хранения любой информации, в том числе и программ пользователя. Возможность непосредственной адресации высокой памяти обусловлена особенностью сегментной адресации ячеек ОП, поскольку в этой концепции максимально возможный адрес ячейки памяти с непосредственной адресацией формируется из максимально возможного адреса сегмента FFFFF, то есть $1024^2 - 1$ — верхняя граница непосредственно адресуемой верхней памяти, плюс максимально возможный адрес смещения в этом сегменте FFFF — получаем верхнюю границу непосредственно адресуемой высокой памяти.

Внешние запоминающие устройства

Устройства внешней памяти, или, иначе, *внешние запоминающие устройства* (ВЗУ), весьма разнообразны. Их можно классифицировать по целому ряду признаков: по виду носителя, по типу конструкции, по принципу записи и считывания информации, по методу доступа и т. д. При этом под *носителем* понимается *материальный объект, способный хранить информацию*.

Один из возможных вариантов классификации ВЗУ приведен на рис. 6.5.

В зависимости от типа носителя все ВЗУ можно подразделить на накопители на магнитной ленте и дисковые накопители.

Накопители на магнитной ленте, в свою очередь, бывают двух видов: накопители на бобинной ленте и накопители на кассетной ленте (стримеры). В ПК используются только стримеры. Накопители на дисках более разнообразны (табл. 6.3):

- накопители на гибких магнитных дисках (**НГМД**) — накопители на флоппи-дисках или дискетах;
- накопители на жестких магнитных дисках (**НЖМД**) — винчестеры;
- накопители на сменных жестких магнитных дисках, использующие эффект Бернулли;
- накопители на флоптических дисках — **floptical-накопители**;
- накопители сверхвысокой плотности записи (Very High Density) — **VHD-накопители**;
- накопители на оптических компакт-дисках (Compact Disk ROM) — **CD-ROM**;
- накопители на оптических дисках с однократной записью и многократным чтением (Continuous Composite Write Once, Read Many;) — **CC WORM**;
- накопители на магнитооптических дисках — **НМОД**;
- накопители на цифровых видеодисках (Digital Versatile Disk) — **DVD** и др.

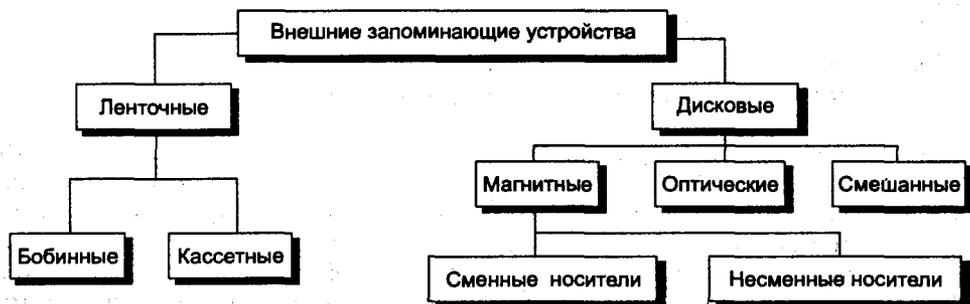


Рис. 6.5. Классификация ВЗУ

Таблица 6.3. Сравнительные характеристики дисковых накопителей¹

Тип накопителя	Емкость, Мбайт	Время доступа, мс	Трансфер, Кбайт/с	Вид доступа
НГМД	1,2; 1,44	65–100	55–150	Чтение-запись
Жесткий диск	1 000–250 000	5–30	500–6000	Чтение-запись
Бернулли	20–230	20	500–2000	Чтение-запись
Floptical	20–120	65	100–1000	Чтение-запись
VHD	120–240	65	200–1000	Чтение-запись
DVD	4700–17 000	150–200	1380	Чтение-запись
CD-ROM	250–1500	50–300	150–3000	Чтение
CD-RW	120–1000	50–150	150–3000	Чтение-запись
НМОД	128–2600	50–150	300–6000	Чтение-запись

¹ Время доступа — средний временной интервал, в течение которого накопитель находит требуемые данные. Трансфер — скорость передачи данных при последовательном чтении.

Магнитные диски (МД) относятся к магнитным машинным носителям информации. В качестве запоминающей среды у них используются магнитные материалы со специальным свойством (прямоугольная петля гистерезиса), позволяющим фиксировать два направления намагниченности, которым ставятся в соответствие двоичные цифры: 0 и 1. На рис. 6.6 показана логическая структура МД.

Накопители на МД (НМД) являются наиболее распространенными внешними запоминающими устройствами в ПК. Они бывают жесткими и гибкими, сменными и встроенными в ПК. Все диски, и магнитные, и оптические, характеризуются своим диаметром, или, иначе, *форм-фактором*. Наибольшее распространение получили диски с форм-факторами 3,5 дюйма (89 мм). Но существуют диски и с форм-факторами 5,25 дюйма (133 мм), 2,5 дюйма (64 мм), 1,8 дюйма (45 мм) и другие.

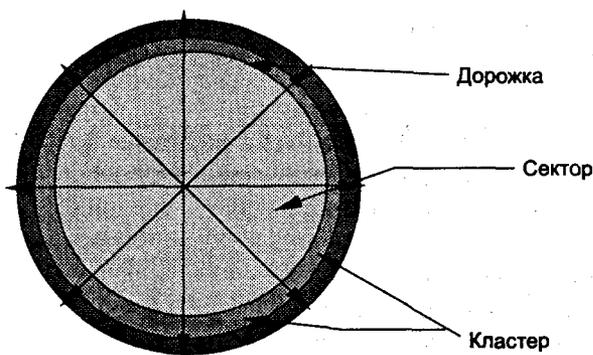


Рис. 6.6. Логическая структура магнитного диска

Информация на магнитные диски (МД) записывается и считывается магнитными головками вдоль концентрических окружностей — дорожек (треков). Количество дорожек на МД и их информационная емкость зависят от типа МД, конструкции накопителя на МД, качества магнитных головок и магнитного покрытия. Совокупность дорожек МД, находящихся на разных пластинах-дисках и на одинаковом расстоянии от его центра, называется *цилиндром*. При записи и чтении информации МД вращается вокруг своей оси, а механизм управления магнитной головкой подводит ее к дорожке, выбранной для записи или чтения информации. Устройство для чтения и записи информации на магнитном диске называется *дисководом*.

Кроме основной своей характеристики — *информационной емкости* — дисковые накопители характеризуются и двумя другими показателями:

- временем доступа;
- скоростью считывания последовательно расположенных байтов.

Время доступа (access time) к информации на диске, то есть время, которое дисковод тратит до начала чтения-записи данных, складывается из нескольких составляющих:

- времени перемещения магнитной головки на нужную дорожку (seek time);
- времени установки головки и затухания ее колебаний (setting time);

- времени ожидания вращения (rotation latency) — ожидания момента, когда из-за вращения диска нужный сектор окажется под головкой.

Диски относятся к машинным носителям информации с прямым доступом. Понятие *прямой доступ* применительно к диску означает, что ПК может «обратиться» к дорожке, на которой начинается участок с искомой информацией или куда нужно записать новую информацию, непосредственно, где бы ни находилась головка чтения-записи накопителя. После доступа к информации происходит ее последовательное считывание — хорошие дисководы обеспечивают *скорость считывания (transfer rate) 2 Мбайт/с и выше*.

Рассматривая организацию данных на внешних носителях, следует различать *физическую* и *логическую* организацию. *Физическая* организация определяет правила размещения данных на внешних носителях, *логическая* — описывает взаимные связи между данными и способы доступа к ним. Поскольку при работе на компьютере пользователь практически взаимодействует только с *файлами*, необходимо подробнее познакомиться с организацией файловой системы.

Файлы, их виды и организация

Файлом называется именованная совокупность данных на внешнем носителе информации. В ПК понятие файла применяется в основном к данным, хранящимся на дисках (реже на кассетной магнитной ленте), и поэтому файлы обычно отождествляют с участком (областью, полем) памяти на этих носителях информации.

Поэтому возможно такое определение: *файл* — именованная область внешней памяти, выделенная для хранения массива данных. Данные, содержащиеся в файлах, имеют самый разнообразный характер — программы на алгоритмическом или машинном языке; исходные данные для работы программ или результаты выполнения программ; произвольные тексты; графические изображения и т. п. Понятие файла в операционной системе (ОС) обобщается на внешние устройства и блоки компьютера (логические устройства), работающие с массивами данных: принтер, клавиатуру, дисплей, оперативную память (виртуальные диски) и т. д.

Файловой системой (ФС) называется совокупность программ, обеспечивающая выполнение операций над файлами. В настоящее время в ОС для ПК используются десятки файловых систем: в DOS — FAT16, FAT32 и FAT12 для гибких дисков (FAT — File Allocation Table, таблица размещения файлов), для Windows 9x характерны FAT16 и FAT32, популярной в Windows NT и Windows 2000 является NTFS, для OS/2 — HPFS, для ОС — Ext2FS и т. д. Наибольшее распространение получили файловые системы DOS: FAT16 и FAT32. Некоторые их особенности и различия будут рассмотрены ниже.

В общем случае при программировании работы с файлами необходимо производить:

- задание и указание области ОЗУ для ввода-вывода информации файла;
- чтение информации (считывания записей) из файла;
- запись информации (включение записей) в файл;
- создание файла (присвоение файлу имени, проверку уникальности этого имени файла, формирование атрибутов и т. д.);

- изменение атрибутов файла;
- открытие файла (отыскание файла на диске и перенос в ОЗУ атрибутов файла);
- закрытие файла (сохранение на диске атрибутов файла для дальнейшего использования);
- переименование файла;
- удаление файла.

При доступе по идентификатору ASCIIZ, кроме этого, необходимо выполнять процедуру установки указателя текущей записи.

В зависимости от версии системы набор таких операций может меняться, но при этом всегда обеспечивается возможность создания и удаления файлов, а также чтение их содержимого и запись информации в них. Файловая система включает в себя также:

- правила образования имен файлов и способов обращения к ним;
- иерархическую систему оглавления файлов;
- структуру хранения файлов на дисках;
- методы доступа к содержимому файлов.

Файлы могут создаваться в двух форматах: двоичном и текстовом.

Двоичный файл состоит из последовательности байтов, обычно сгруппированных в логические записи фиксированной длины. В двоичных файлах хранятся исполняемые программы и данные во внутреннем (двоичном, кодовом) представлении. Файлы с исполняемыми программами при их запуске должны иметь определенную структуру, что операционная система обязательно анализирует. При выводе двоичного файла на дисплей или принтер прочесть его содержимое невозможно, так как при этом считываемые 8-разрядные двоичные коды (байты) переводятся в произвольные графические символы, звуковые сигналы или вообще не воспринимаются, если данный код не имеет графического представления и никак на устройство не действует.

Текстовый файл (файл ASCII) состоит из последовательности строк переменной длины, каждая из которых является логической записью файла. Каждая строка содержит только текстовые символы и завершается маркером конца строки. Текстовым символом может быть любой символ ASCII, но, в отличие от двоичных файлов, последовательность символов в текстовом файле непосредственно воспринимается человеком на экране или принтере. Текстовый файл может содержать текст программы на алгоритмическом языке (ассемблер, Basic и т. д.), таблицу, исходные и результирующие данные решения задач, документы, научные сообщения и т. п. Роль маркера конца строки играет символ возврата каретки (код 13 ASCII), за которым, возможно, следует символ перевода строки (код 10 ASCII). Текстовый файл завершается обычно маркером конца файла, роль которого играет код 26 ASCII.

Некоторые программные продукты (текстовые редакторы, системы управления базами данных и другие) создают файлы, близкие к текстовым, но содержащие дополнительные управляющие символы, а иногда часть информации и в двоичном коде. При выводе таких файлов на экран или принтер средствами DOS

появляются символы редактирования и/или описания баз данных. Однако при интерпретации этих файлов средствами текстового редактора или СУБД, их создавших, они выводятся в удобочитаемом виде.

С каждым файлом связываются:

- полное имя файла;
- атрибуты (характеристики) файла;
- дата создания файла;
- время создания файла;
- длина файла.

Полное имя файла в общем случае состоит из двух частей:

- идентифицирующей — имени файла;
- классифицирующей — расширения.

Расширение, определяющее тип файла, может отсутствовать.

В имени файла может быть от 1 до 8 символов в DOS и от 1 до 255 символов в последних версиях Windows. Оно является обязательным элементом и должно всегда указываться при доступе к файлу. Расширение содержит от 1 до 3 символов и отделяется от имени файла символом «.» (точка). Хотя операционная система разрешает в имени файла и расширении наличие разных символов, рекомендуется использовать буквы латинского алфавита и цифры, а имя начинать обязательно с буквы. При назначении имен файлам рекомендуется образовывать их так, чтобы они отражали смысловое содержание файла. Расширение указывает тип файла, причем некоторые из расширений являются стандартными для операционной системы, например:

- EXE (EXEcutable — исполняемый) — файл-программа на машинном языке, готовая к выполнению;
- COM (COMmand) — файл-программа на машинном языке, готовая к выполнению (небольшая программа);
- BAT (BATch — пачка, группа) — пакетный исполняемый командный файл;
- SYS — системный файл;
- BAS — файл-программа на языке BASIC;
- PRG — файл-программа на языке dBASE;
- ASM — файл-программа на языке ассемблер;
- TXT — текстовый файл;
- DOC — текстовый файл Word;
- XLS — файл электронных таблиц Excel;
- BAK — копия файла, создаваемая при перезаписи оригинала;
- ARJ — архивный файл;
- ZIP — архивный файл.

Приведенный выше список расширений содержит наиболее часто встречающиеся расширения и является далеко неполным. В трансляторах, системных программах

и пакетах прикладных программ применяются расширения, являющиеся стандартными для конкретного программного продукта. Применение стандартных расширений в именах файлов позволяет компьютеру автоматически выбирать нужную процедуру обработки файла по укороченному сигналу (например при нажатии клавиши Enter).

Операционная система предоставляет средства для указания не одного, а сразу группы существующих на диске файлов путем задания шаблонов имени. *Шаблон* является имя файла, в котором используются символы-заменители, называемые также символами подстановки или маской. Шаблон обозначает не единственный файл, а группу файлов, имена и/или расширения которых сопоставляются с данным шаблоном.

Операционная система использует в шаблонах глобальные символы ? и *. Вопросительный знак (?) в имени файла (расширении) означает, что в данной позиции может стоять любой (но только один!) допустимый символ. В имени файла (расширении) может быть несколько вопросительных знаков. Если символ ? стоит в конце имени или расширения, то в этой позиции может быть пусто. Например: PROG?.EXE — это шаблон исполняемого файла, имя которого начинается с букв PROG и содержит в пятой позиции любой допустимый символ. Этими файлами могут быть PROG1.EXE, PROGA.EXE, PROG.EXE и т. п. Звездочка (*) в имени (расширении) файла означает, что на ее месте, начиная с этой позиции и до конца имени (расширения), могут стоять один или несколько любых допустимых символов или присутствие символов не обязательно (пусто). В имени или расширении допускается только по одному символу *, и все символы, следующие за ним, игнорируются.

Например, *.ASM — все файлы с расширением ASM; Prog.* — все файлы с именем Prog с любым расширением; *.* — все файлы с любыми расширениями; ABC*.D? — все файлы, имена которых начинаются с ABC, а расширения начинаются с буквы D и имеют в его второй позиции любой допустимый символ, например, ABCRK.DA, ABC.D1, ABC1.D.

Шаблоны удобно использовать в командах DOS и при работе с программными оболочками (например, Norton Commander или Windows Commander) для поиска, копирования, перемещения и удаления групп файлов.

Управление файлами

Доступом называется обращение к файлу с целью чтения или записи в него информации.

Файловая система поддерживает два типа доступа к файлам:

- последовательный метод доступа;
- прямой (непосредственный) метод доступа.

При последовательном доступе записи из файла считываются подряд, строго в порядке их расположения в файле. Поэтому чтобы обратиться (получить доступ) к определенной записи, необходимо читать все предыдущие. При прямом

доступе обеспечивается непосредственное обращение к записи по ее номеру в файле. Механизм доступа к файлу и его записям при программировании также имеет два варианта:

- доступ к файлу с использованием специальной таблицы — управляющего блока файла;
- доступ к файлу по идентификатору.

Управляющий блок файла (FCB — File Control Block) содержит следующую информацию:

- номер (букву) дисковода, где установлен диск с файлом;
- имя файла и его расширение;
- текущий номер блока в файле;
- длину записи в байтах;
- размер файла в байтах;
- дату последней модификации файла;
- относительный номер записи (текущий номер);
- номер записи и т. д.

Некоторые из вышеназванных параметров требуют дополнительного пояснения. Файл состоит из блоков, объединяющих по 128 записей в каждом. Относительный номер записи — это порядковый номер записи в блоке. Текущий номер блока и относительный номер записи используются при последовательном доступе к записям файла. Номер записи — это параметр, объединяющий номер блока и относительный номер записи в блоке, он используется при произвольном доступе к записям файла. Важный параметр — длина записи (точнее длина логической, кажущейся записи, которая может отличаться от длины физической записи ввиду наличия различных служебных элементов в структуре записи и файла). Длина записи используется при определении числа байтов, пересылаемых при обмене информацией с ОЗУ и при определении положения записи внутри блока. Блок FCB позволяет получать доступ к файлам только в текущем каталоге. Идентификатор файла — ASCIIZ-строка, идентифицирующая файл.

ASCIIZ (ASCII-zero) строка содержит следующую информацию:

- номер (логическое имя) дисковода и путь к файлу (если нужно);
- имя файла и его расширение;
- нулевой байт (zero-байт).

Использование FCB для обращения к файлу позволяет реализовать и произвольный и последовательный методы организации доступа, но часто оказывается довольно сложным, поэтому в версиях MS DOS, начиная с DOS 2.0 и выше, введено обращение к файлу по идентификатору, которое чаще всего и применяется на практике, если не требуется выполнять детализированные процедуры с отдельными дорожками и секторами диска. Каждый файл и в случае использования FCB, и в случае использования ASCIIZ должен иметь свой файл атрибута, или просто атрибут.

Атрибуты файлов

Атрибут — это классифицирующий файл признак, определяющий способ его использования, права доступа к нему и т. д. ОС DOS допускает задание следующих элементов в атрибуте:

- R (Read only) — файл предназначен только для чтения и не может быть ни удален, ни изменен. При попытке обновить или уничтожить такой файл системными средствами (при помощи программ DOS) будет выдано сообщение об ошибочных действиях. Атрибут устанавливается для защиты от случайного изменения или уничтожения;
- H (Hidden) — скрытый файл. Игнорируется многими командами DOS. При просмотре каталога командой DIR сведения о скрытом файле обычно не выдаются;
- S (System) — системный файл. Системные файлы предназначены для работы операционной системы или работы внешних устройств ПК;
- A (Archive) — еще не архивированный файл. Этот атрибут позволяет определить, было ли произведено резервное копирование файла (создание его резервной копии в специальном формате). Атрибут A присваивается каждому вновь создаваемому файлу и сбрасывается (уничтожается) при создании резервной копии файла.

Файлу могут быть присвоены одновременно любые из перечисленных атрибутов или ни один из них.

К группе атрибутов файла можно условно отнести пароль, обеспечивающий разграничение доступа к файлам.

Логическая организация файловой системы

Упорядочение файлов, хранящихся в дисковой памяти, называется логической организацией файловой системы. Основой логической организации являются каталоги. Каталогом называется специальный файл, в котором регистрируются другие файлы. Наряду с термином «каталог» в сообщениях DOS и ее документации для идентификации этого файла используются также термины «раздел», «директория». В каталоге содержится вся информация, характеризующая входящие в него файлы, и сведения о том, в каком месте диска файл расположен. В частности, в каталоге поддерживаются следующие параметры файла: имя, расширение, атрибуты, размер в байтах, дата и время создания или последнего обновления, номер начального кластера размещения файла. Сам же файл хранится как последовательность байтов без каких-либо дополнительных справочных сведений.

Каталог, в свою очередь, может входить в другой каталог — быть его подкаталогом. Каталог верхнего уровня, который не является подкаталогом, называется корневым каталогом (Root Directory). Место для корневого каталога резервируется при форматировании (разметке) диска и имеет стандартный размер — 3584 байта (то есть вмещает не более 112 записей по 32 байта, а если больше, то их предварительно надо объединить в подкаталоги). Корневой каталог не может быть удален средствами операционной системы.

Каждый элемент (файл или подкаталог) корневого каталога имеет размер 32 байта и включает 8 полей, для файлов это:

- имя файла — 8 байтов;
- расширение имени файла — 3 байта;
- атрибут файла — 1 байт;
- резерв — 10 байтов;
- время создания или последней модификации файла (час, минута, секунда) — 8 байтов;
- дата создания или последней модификации файла (год, месяц, день) — 2 байта;
- номер кластера, с которого начинается файл на диске, — 2 байта (в FAT16);
- фактическая длина файла в байтах — 4 байта.

Каталог — это файл специального формата, содержащий записи о файлах и каталогах, которые ему подчинены. Каталог, который входит в другой каталог, называется подкаталогом, или дочерним каталогом. В свою очередь каталог, имеющий дочерние каталоги, называется родительским каталогом, или надкаталогом. Как правило, если это не вызывает путаницы, употребляют термин «каталог», подразумевая или подкаталог, или надкаталог в зависимости от контекста. Термины «подкаталог» (дочерний каталог) и «надкаталог» (родительский каталог) обычно применяют, когда речь идет о собственно структуре каталогов. Подкаталоги могут создаваться и уничтожаться пользователем. Правила наименования подкаталогов такие же, как и правила наименования файлов, но имена подкаталогов не имеют расширений. Каталог, не содержащий никаких файлов, называется пустым.

Каждый диск хранит свою файловую структуру, которая формируется по следующим правилам:

- файл или каталог может входить с одним и тем же именем в один и тот же каталог только один раз;
- допускается вхождение в различные каталоги файлов и каталогов с одинаковыми именами;
- на порядок следования файлов и подкаталогов в каталоге никаких ограничений не накладывается;
- глубина вложенности каталогов не ограничивается.

Файловая система обеспечивает формирование иерархической многоуровневой файловой структуры, в корне которой находится корневой каталог, а узлами и листьями являются каталоги и файлы. Рассмотрим пример дерева каталогов (рис. 6.7). Здесь в состав корневого каталога включены подкаталоги ASM, VIR и DB, содержащие файлы компиляторов, программ антивирусной защиты и данных. В свою очередь, подкаталог ASM содержит компилятор языка ассемблер `masm.exe` и подкаталог `ASMPROG`, в котором находятся файлы с программами на этом языке. Подкаталог VIR содержит файлы `aidstest.exe` и `dir.exe`. В подкаталоге DB расположены файлы базы данных.

Объединение файлов в каталоги не означает, что они каким-либо образом сгруппированы в одном месте на диске. Более того, один и тот же файл может быть

«разбросан» (фрагментирован) по всему диску. Сведения о местонахождении отдельных частей файла хранятся в таблице размещения файлов (FAT — File Allocation Table), находящейся на том же диске.

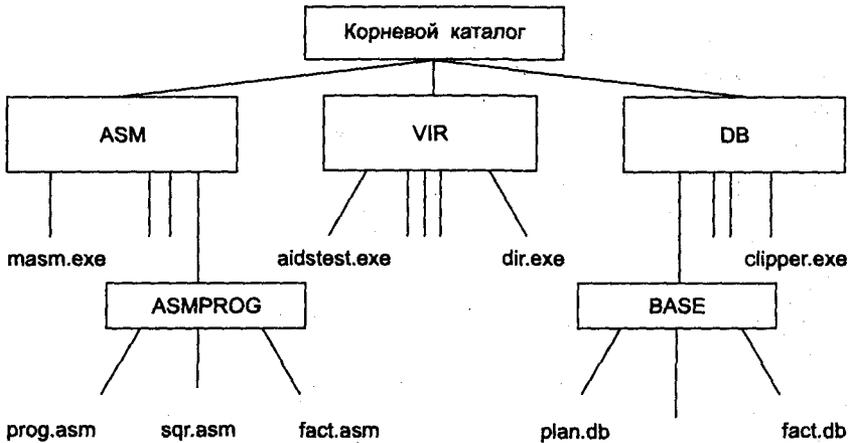


Рис. 6.7. Пример дерева каталогов

Спецификация файла

Для того чтобы операционная система могла обратиться к файлу, необходимо указать:

- диск;
- каталог;
- полное имя файла.

Эта информация наличествует в спецификации файла, которая имеет следующий формат:

[drive:][\][path\]filename[.type],

или в русскоязычном варианте:

[дискковод:][\][путь\]имя файла[.расширение].

Квадратные скобки означают, что элементы, заключенные в них, могут отсутствовать. Сами квадратные скобки являются синтаксическими знаками и в спецификации файла не используются. Между элементами спецификации и внутри них (исключая имя и расширение файла) не должно быть пробелов.

Элемент *drive* (дискковод) обозначает диск, на котором находится файл или куда он записывается, например А:, В:, С:, D: и т. д. Если дискковод не указан, то по умолчанию используется текущий диск. Текущий диск — это диск, с которым в настоящий момент работает операционная система (ОС). Текущий диск устанавливается автоматически после загрузки ОС и может быть переустановлен командой операционной системы. Имя текущего диска всегда выводится в подсказке на экране.

Path (путь) — это каталог или последовательность каталогов, которые необходимо пройти по дереву каталогов к тому каталогу, где находится файл. Имена в пути записываются в порядке от корневого каталога и разделяются символом «\». Путь может начинаться символом «\»: в этом случае поиск файла начинается с корневого каталога. Путь может начинаться символами «..»: тогда поиск файла начинается с предшествующего надкаталога. Если путь опущен, то по умолчанию подразумевается текущий каталог.

Например,

D:\VIR\aidstest.exe — файл aidstest.exe находится в подкаталоге VIR на диске D:. Путь состоит из корневого каталога и подкаталога VIR. (Если текущий дисковод D, то можно указать \VIR\aidstest.exe.)

D:\ASM\ASMPROG\sqr.asm — файл sqr.asm находится в каталоге ASMPROG. Путь включает в себя корневой каталог и подкаталоги ASM и ASMPROG.

Masm.exe — файл masm.exe отыскивается на текущем диске в текущем каталоге. Текущим каталогом должен быть каталог ASM. (Если текущий каталог ASMPROG, то годится спецификация ..masm.exe.)

Дисковод и путь могут не указываться при обращении к файлам типа COM, EXE или BAT, даже если диск и каталог не являются текущими. В этом случае сведения о диске и пути указываются в команде PATH, включаемой в файл Autoexec.bat. Для стандартных символьных внешних устройств ПК (они выступают здесь как логические устройства) предусмотрены постоянные имена (правда, без расширений), позволяющие обращаться к ним как к файлам:

- PRN или LPT1 (2, 3) — принтер;
- CON — консоль (клавиатура при вводе и дисплей при выводе);
- COM1 (2, 3, 4) — дополнительные символьные внешние устройства;
- NUL — фиктивное устройство; обычно используется при отладке программ пользователей.

Размещение информации на дисках

Дорожки диска разбиты на *секторы* (рис. 6.6). В одном секторе дорожки обычно размещается 512 байт данных. Обмен данными между НМД и ОП осуществляется последовательно кластерами. *Кластер* — это минимальная единица размещения информации на диске, состоящая из двух или большего числа смежных секторов дорожки (кластеры называют также единицами выделения памяти — allocation unit). Поэтому, если необходимо разместить на диске маленький файл, например размером 20 байт, он все равно займет дисковое пространство размером в кластер (минимум $2 \times 512 = 1024$ байт).

Количество секторов в кластере всегда равно целой степени 2. Таблица FAT16 в 16-ти битах должна быть способна отображать значение максимального номера кластера, то есть количество кластеров на диске (или в разделе диска) не больше, чем $2^{16} = 65\,536$. По причине выхода за пределы 16-битовой адресации внутри кластера его максимальный размер должен быть меньше 64 Кбайт, то есть

32 Кбайт. В FAT16 размер кластера (а косвенно и количество кластеров) можно определить, разделив объем памяти диска на 64 Кбайт (65 536) и округлив результат до ближайшего большего числа, кратного степени двойки. Так, для диска емкостью 1,2 Гбайт размер кластера составит: $1\,258\,291,2/65,5 = 19,2$ Кбайт, после округления получим 32 Кбайт; для дисков объемом 2 Гбайт размер кластера будет равен 64 Кбайт, а для 2,5-гигабайтовых дисков — более 64 Кбайт, что недопустимо. Иными словами, FAT16 практически может работать только с дисками емкостью не более 2 Гбайт.

Поэтому была разработана более мощная 32-разрядная файловая система FAT32. В ней количество секторов и количество кластеров могут быть одинаковыми и ограничено значением 2^{32} . Хотя размер кластера с целью экономии дискового пространства можно было бы приравнять размеру сектора, это не сделано по причине большого объема самой FAT — таблицы размещения файлов (напомним, что по имени этой таблицы называют и всю файловую систему целиком), которая для диска, например, емкостью 10 Гбайт будет иметь размер 80 Мбайт (а таких файлов на диске должно быть несколько, включая страховые копии). Одна из таблиц при наличии кэш-памяти для диска загружается в ОП. Поэтому размеры кластеров в FAT32 приняты в соответствии с табл. 6.4.

Таблица 6.4. Размеры кластеров в FAT32

Емкость диска, Гбайт	Размер кластера, Кбайт
До 8	4
До 16	8
До 32	16
Более 32	32

ПРИМЕЧАНИЕ

На диске емкостью 20 Гбайт 10-байтовый файл будет занимать 16 Кбайт памяти (поскольку под него отводится целое число кластеров). Высвободить пространство в кластерах для использования другими файлами позволяют программы сжатия диска, в частности DriveSpace. Но надежность работы файловой системы при этом снижается.

Кластеры, выделяемые одному файлу, могут находиться в любом свободном месте дисковой памяти и необязательно являются смежными. Файлы, хранящиеся в разбросанных по диску кластерах, называются *фрагментированными*.

Адресация информации на диске

Используются следующие системы адресации информации на МД:

- в BIOS — трехмерная: номер цилиндра (дорожки), магнитной головки (стороны диска), сектора;
- в DOS — последовательная сквозная нумерация секторов, начиная от внешнего 0-го цилиндра (дорожки), головки 0, сектора 1.

На каждом диске можно выделить 2 области: *системную* и *данных*. Системная область диска (начинается с 0 дорожки, стороны 0, сектора 1) состоит из 3 участков.

- Главной загрузочной записи (MBR — Master Boot Record), самого первого сектора диска, в котором описывается конфигурация диска: какой раздел (логический диск) является системным (из системного раздела возможна загрузка операционной системы), сколько разделов на этом диске, какого они объема.
- Таблицы размещения файлов (FAT — File Allocation Table), содержащей код формата и полную карту принадлежности секторов файлам. FAT организована в виде списка кластеров (они нумеруются от 2 до $N + 1$, где N — полное число кластеров на диске), для каждого кластера в таблице указывается шестнадцатеричный код: FFF1–FFF7 — кластер дефектный, 0002–FFF0 — кластеры, используемые файлом (код соответствует номеру кластера, где продолжается текущий файл), FFF8–FFFF — кластер содержит последнюю часть файла, 0000 — кластер свободен (все коды указаны для FAT16).

Для каждого файла в корневом каталоге (3-я зона системной области) указывается номер его начального кластера, а в этом начальном и следующих кластерах в FAT указываются, соответственно, следующие кластеры файла, и так до последнего, где указан код FFFF. Таблица размещения файлов крайне важна, так как без нее последовательно читать файл на диске (особенно если кластеры файла записаны не подряд, а через промежутки, занятые другими файлами) становится невозможно. Поэтому для надежности FAT на диске дублируется. Когда файл на диске удаляется, все его кластеры маркируются как свободные, но сами данные файла не удаляются (затираются только после записи на их место других данных) — то есть удаленные файлы можно восстановить (команда UNDELETE DOS, утилита UNERASE в пакете Norton Utilities).

- Корневой каталог диска — список файлов и/или подкаталогов с их параметрами. Параметры файла, содержащиеся в корневом каталоге: имя, расширение, атрибут, размер в байтах, дата и время создания или последнего обновления, номер начального кластера. Структура записи параметров файла в корневом каталоге показана в табл. 6.5 (для FAT16).

Таблица 6.5. Структура записи параметров файла

Байты	Параметр	Размер, байтов
0–7	Имя файла	8
8–10	Расширение	3
11	Атрибуты	1
12–20	Свободно	10
22–23	Время	2
24–25	Дата	2
26–27	Начальный кластер	2
28–31	Размер	4

В области данных расположены подкаталоги и сами данные. На жестких дисках системная область создается на каждом логическом диске.

Накопители на жестких магнитных дисках

Накопители на жестких магнитных дисках (НЖМД, жесткие диски, Hard Disk Drive — HDD) представляют собой устройства, предназначенные для длительного хранения информации. В качестве накопителей на жестких магнитных дисках широкое распространение в ПК получили накопители типа *винчестер*. Термин «винчестер» является жаргонным названием первой модели жесткого диска емкостью 16 Кбайт (IBM, 1973 год), имевшего 30 дорожек по 30 секторов, что случайно совпало с калибром 30/30 известного охотничьего ружья *винчестер*. В этих накопителях один или несколько жестких дисков, изготовленных из сплавов алюминия или из керамики и покрытых ферролаком, вместе с блоком магнитных головок считывания-записи помещены в герметически закрытый корпус. Под дисками расположен двигатель, обеспечивающий вращение дисков, а слева и справа — поворотный позиционер с коромыслом, управляющим движением магнитных головок по спиральной дуге для их установки на нужный цилиндр. Емкость винчестеров благодаря чрезвычайно плотной записи, выполняемой магниторезистивными головками в таких герметических конструкциях, достигает нескольких десятков гигабайтов; быстродействие их также весьма высоко: время доступа от 5 мс, трансфер до 6 Гбайт/с. Магниторезистивные технологии обеспечивают чрезвычайно высокую плотность записи, позволяющую размещать 2–3 Гбайт данных на одну пластину (диск). Появление же головок с гигантским магниторезистивным эффектом (GMR — Giant Magnetic Resistance) еще более увеличило плотность записи — возможная емкость одной пластины возросла до 6,4 Гбайт.

НЖМД весьма разнообразны. Диаметр дисков чаще всего 3,5 дюйма (89 мм). Наиболее распространенная высота корпуса дисководов: 25 мм — у настольных ПК, 41 мм — у машин-серверов, 12 мм — у портативных ПК, существуют и другие. Внешние дорожки диска длиннее внутренних. Поэтому в современных жестких дисках используется метод зонной записи. В этом случае все пространство диска делится на несколько зон, причем во внешних зонах секторов размещается больше данных, чем во внутренних. Это, в частности, позволило увеличить емкость жестких дисков примерно на 30%.

Внешний вид НЖМД со снятой крышкой показан на рис. 6.8.

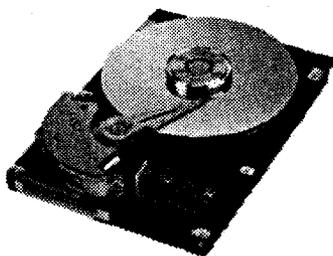


Рис. 6.8. Жесткий диск со снятой крышкой

Есть два основных режима обмена данными между HDD и ОП:

- Programmed Input/Output (PIO — программируемый ввод-вывод);
- Direct Memory Access (DMA — прямой доступ к памяти).

PIO — это режим, при котором перемещение данных между периферийным устройством (жестким диском) и оперативной памятью происходит с участием центрального процессора. Существуют следующие режимы передачи: PIO0, PIO1, PIO2, PIO3, PIO4. Причем PIO0 самый «медленный», а PIO4 — самый «быстрый» (16,6 Мбайт/с). Режимы PIO в современных ПК используются редко, поскольку сильно загружают процессор.

DMA — это режим, в котором винчестер напрямую общается с оперативной памятью без участия центрального процессора, перехватывая управление шиной. Режимы DMA при интерфейсах IDE поддерживают протоколы SW (SingleWord — однословный) и MW (MultiWord — «многословный»), обеспечивающие трансфер до 66 Мбайт/с (при протоколе MW3 DMA). При интерфейсах SCSI может быть достигнута более высокая скорость передачи. Так, наиболее популярный сейчас интерфейс Ultra2Wide SCSI (Ultra2 означает работу на тактовой частоте 40 МГц; Wide — ширину шины 16 битов) обеспечивает пропускную способность 80 Мбайт/с, при этом можно подключать до 15 накопителей к одному контроллеру интерфейса. А технология FC-AL (Fibre Channel-Arbitrated Loop), использующая оптоволоконные каналы связи для жестких дисков SCSI, обеспечивает трансфер 200 Мбайт/с и возможность подключения до 256 устройств (используется, естественно, не в ПК, а в больших системах и в дисковых массивах — RAID).

Время доступа к информации на диске напрямую связано со скоростью вращения дисков. Стандартные скорости вращения для интерфейса IDE — 3600, 4500, 5400 и 7200 оборотов/мин; при интерфейсе SCSI используются скорости до 10 000 и даже до 12 000 оборотов/мин. При скорости 10 000 оборотов/мин среднее время доступа составляет 5,5 мс. Для повышения скорости обмена данными процессора с дисками НЖМД следует кэшировать. Кэш-память для дисков имеет то же функциональное назначение, что и кэш для основной памяти, то есть служит быстродействующим буфером для кратковременного хранения информации, считываемой или записываемой на диск. Кэш-память может быть встроенной в дисковод, а может создаваться программным путем (например, драйвером Microsoft Smartdrive) в оперативной памяти. Емкость кэш-памяти диска обычно составляет 2 Мбайт, а скорость обмена данными процессора с кэш-памятью достигает 100 Мбайт/с.

Для того чтобы получить на магнитном носителе структуру диска, включающую в себя дорожки и секторы, над ним должна быть выполнена процедура, называемая физическим, или низкоуровневым, форматированием (physical, или low-level formatting). В ходе выполнения этой процедуры контроллер записывает на носитель служебную информацию, которая определяет разметку цилиндров диска на секторы и нумерует их. Форматирование низкого уровня предусматривает и маркировку дефектных секторов для исключения обращения к ним в процессе эксплуатации диска.

Существует и технология SMART (Self-Monitoring Analysis and Reporting Technology) — технология самотестирования и анализа, осуществляющая автоматическую проверку целостности данных, состояния поверхности дисков, перенос информации с критических участков на нормальные и другие операции без участия пользователя. Кроме того, при появлении и нарастании серьезных

ошибок SMART своевременно выдает сообщение о необходимости принятия мер по спасению данных.

В ПК имеется обычно один, реже несколько накопителей на жестких магнитных дисках. Однако в MS DOS программными средствами один физический диск может быть разделен на несколько «логических» дисков; тем самым имитируется несколько НМД на одном накопителе.

Большинство современных накопителей имеют собственную кэш-память емкостью от 2 до 8 Мбайт.

Среди последних новинок заслуживают внимания HDD компании I-O Data, представившей в декабре 2002 года три модели емкостью 250 Гбайт: внутренний накопитель UHDI 250 с интерфейсом Ultra ATA-133 и внешние накопители: HDA-IU 250 с интерфейсом USB 2.0 и HDA-IE 250 с интерфейсом IEEE 1394.

Внешние HDD относятся к категории переносных.

В последнее время переносные накопители (их также называют внешними, мобильными, съемными, а портативные их варианты — карманными — Pocket HDD) получили широкое распространение. Питание переносных жестких дисков выполняется либо от клавиатуры, либо по шине USB (возможный вариант — через порт PS/2).

Переносные жесткие диски весьма разнообразны: от обычных HDD в отдельных корпусах до стремительно набирающих популярность твердотельных дисков.

Размеры корпуса могут быть разными. Например: 219 × 155 × 44 мм, 143 × 87 × 27 мм, 126 × 75 × 15 мм и др. Форм-фактор дисков чаще всего 2,5 дюйма, а емкость от 1 до 60 Гбайт.

Компания Cognice Inc. (США) готовится к выпуску в конце 2003 года однодюймовых винчестеров емкостью 1,5 Гбайт.

Переносить большие массивы данных с одного компьютера на другой позволяют также оптические накопители CD-R, CD-RW, DVD-R, DVD-RW и DVD-RAM. Их носители обеспечивают перенос больших массивов данных с одного компьютера на другой. Кроме того, в силу относительно высокой производительности эти накопители можно использовать в тех же целях, что и обычные стационарные жесткие. Такие устройства могут применяться и для решения задач резервного копирования информации.

Перечислим наиболее популярные типы съемных пакетов дисков и дисководов.

Jaz 1Gb, Jaz 2Gb

Модели **Jaz 1Gb, Jaz 2Gb**, разработанные компанией Iomega (Jaz 1Gb поддерживают жесткие диски емкостью 1 Гбайт, а дисководы Jaz 2Gb — диски емкостью 1 Гбайт и 2 Гбайта). Iomega Jaz 2Gb-дисководы отличаются более высокой скоростью работы. Пиковая скорость передачи данных имеет величину 20 Мбайт/с, средняя скорость равна примерно 7,5 Мбайт/с, а среднее время доступа — 15,5–17,5 мс, скорость вращения двигателя — 5400 оборотов/мин, интерфейс — SCSI. По своим характеристикам устройства Jaz 2Gb ненамного уступают обычным стационарным жестким дискам. Однако максимальный объем дисков ограничен величиной 2 Гбайт. К основным достоинствам этих систем относятся относительно высокое быстродействие, простота установки и эксплуа-

тации, хорошее программное обеспечение. Главным недостатком является высокая цена на дисководы и диски.

Иногда НЖМД со сменными пакетами дисков и НГМД типа Zip называют *накопителями Бернулли*, поскольку в этих накопителях для минимизации и регулирования зазора между магнитной головкой и носителем — магнитным диском — используется закон Бернулли: давление на поверхность тела, создаваемое потоком движущейся вдоль нее жидкости или газа, зависит от скорости этого потока и уменьшается с увеличением этой скорости. Магнитные головки располагаются над поверхностью эластичных дисков: когда диски неподвижны, они под действием своего веса несколько провисают и отходят от головок, при быстром вращении дисков под действием создающегося разрежения воздуха они притягиваются к головкам почти вплотную, но без их касания. Это обеспечивает минимальное рассеивание магнитного потока головки и позволяет увеличить плотность записи информации на диске.

SyJet

SyJet — дисковод сменных жестких дисков, разработанный компанией SyQuest. Это устройство поддерживает накопители емкостью 1,5 Гбайт, которые производятся по технологии жестких дисков. Один такой накопитель имеет 2 диска, 4 поверхности. Устройства SyJet выпускаются с интерфейсами IDE, LPT, SCSI. Пиковая скорость передачи SyJet превышает 10 Мбайт/с, средняя скорость составляет 7 Мбайт/с. Самым медленным является внешний дисковод с интерфейсом LPT, поскольку его скорость обмена определяется исключительно скоростью обмена параллельного порта. Среднее время доступа для устройств SyJet составляет 11–12 мс. Скорость вращения двигателя равна 5400 оборотов/мин.

SparQ

SparQ — устройство, разработанное компанией SyQuest. Поддерживает диски емкостью 1 Гбайт. Существуют накопители SparQ с интерфейсами IDE, SCSI, LPT, USB. Для всех систем SparQ среднее время доступа составляет 12 мс, а частота вращения шпинделя — 5400 оборотов/мин. Пиковая скорость передачи данных для устройств IDE при пакетной передаче достигает 16,6 Мбайт/с. Обычная скорость имеет величину порядка 3,7–6,9 Мбайт/с.

EZFlyer

EZFlyer — дисковод сменных жестких дисков, разработанный компанией SyQuest. Это устройство поддерживает картриджи емкостью 230 Мбайт. Существуют внешние устройства с интерфейсами SCSI и LPT, а также внутренние с интерфейсом IDE. Среднее время доступа для EZFlyer составляет 13,5 мс, а частота вращения двигателя дисковода — 3600 оборотов/мин. Максимальная скорость передачи данных может доходить до 16,6 Мбайт/с.

Shark 250

Shark 250 — дисковод сменных жестких дисков компании Avatar, поддерживающий диски емкостью 250 Мбайт. Производятся устройства с интерфейсами LPT

и PC Card. Данные устройства имеют очень маленькие габариты и малый вес (320 г). Для систем с интерфейсом PC Card скорость передачи данных составляет 2 Мбайт/с, а для систем с LPT — 1,25 Мбайт/с. Среднее время доступа для таких устройств равно 12 мс.

Orb

Orb — устройство, разработанное компанией Castlewood. Этот накопитель поддерживает 3,5-дюймовые сменные диски емкостью 2,2 Гбайт. Максимальная скорость передачи информации составляет 12,2 Мбайт/с. Среднее время поиска — 10–12 мс. Выпускаются устройства с интерфейсами LPT, USB, IDE, SCSI и IEEE 1394. Дисководы Orb бывают как внутренние, так и внешние. В силу большой емкости дисков, высокой производительности и относительно низкой стоимости по сравнению с Jaz 2Gb, системы Orb составляют серьезную конкуренцию изделиям компании Iomega.

IBM Microdrive

IBM Microdrive — миниатюрный накопитель на жестком диске форм-фактора 2,5 дюйма, предложенный фирмой IBM. Емкости современных моделей находятся в диапазоне от 1 до 40 Гбайт. Питание осуществляется от клавиатуры или по шине USB. Скорость вращения дисков — 4500 оборотов/мин, скорость передачи данных — 800 Кбайт/с. Отличаются сравнительно высоким потреблением энергии. Подключаются через разъем Compact Flash.

ZIV1, ZIV2

ZIV — весьма изящный миниатюрный дисковый накопитель форм-фактора 2,5 дюйма со специальным контроллером, подключаемым к интерфейсам USB 1.1 (ZIV1) или USB 2.0 (ZIV2). Типовой размер корпуса 118 × 72 × 11 мм, вес 130 г. Это действительно карманный жесткий диск, легко умещающийся в верхнем кармане рубашки.

Первые накопители ZIV фирмы Hyundai появились в России в 2001 году и имели емкость 10 Гбайт. Сейчас (2003 год) на рынке присутствуют модели ZIV1 емкостью 10, 15, 20, 30 Гбайт и накопители ZIV2 емкостью 10, 20, 30, 40 и 60 Гбайт. Питание накопителя осуществляется через интерфейс USB, но есть дополнительный шнур для подключения к порту PS/2. USB обеспечивает подключение устройств по технологии Plug and Play (или, как указывается в рекламных объявлениях, — подключение «на лету»).

Скорость обмена данными у ZIV1 составляет 1,5 Мбайт/с, у ZIV2 — до 18 Мбайт/с.

Устройства флэш-памяти

Флэш-диски (Flash Disks) — весьма популярный и очень перспективный класс энергонезависимых запоминающих устройств. Флэш-диски (твердотельные диски) являются модификацией HDD и представляют собой устройства для длительного хранения информации с возможностью многократной перезаписи.

Стирание и запись данных осуществляется так же, как у HDD — блоками (иногда называемыми по аналогии с магнитными дисками секторами, но более правильно было бы их именовать кластерами).

У флэш-дисков отсутствуют какие-либо подвижные части, да и форма у них совсем не круглая — чаще всего они представляют собой прямоугольные картриджи.

Для хранения информации в них используются специализированные микросхемы памяти с металлизацией (металл-нитридные), выполненные по технологии Flash, изобретенной в начале 80-х годов в фирме Intel. Дисками их называют условно, поскольку флэш-диски полностью эмулируют функциональные возможности HDD. При работе указатели в микросхеме перемещаются на начальный адрес блока, затем байты данных передаются в последовательном порядке с использованием стробирующего сигнала. Стирание содержимого всего блока выполняется одномоментно отдельным сигналом (отсюда, вероятно, и название памяти flash — вспышка); тотальное стирание было специально организовано разработчиками, поскольку первоначально флэш-память применялась в военных приборах, и при обнаружении попыток несанкционированного доступа к ним необходимо было сразу уничтожить все данные — система автоматически генерировала внутренний сигнал стирания).

По существу, флэш-диски — это «полупостоянные» запоминающие устройства, стирание, считывание и запись информации в которых выполняется электрическими сигналами (в отличие от прочих ПЗУ, в которых эти действия производятся лучом лазера или чисто механически — «перепрошивкой»). Количество циклов перезаписи информации в одну и ту же ячейку у флэш-памяти ограничено, но оно обычно превышает 1 миллион — эта величина иногда указывается в паспорте микросхемы. В современных устройствах имеются программные или аппаратные средства формирования виртуальных блоков, обеспечивающие запись информации поочередно в разные области флэш-памяти так, чтобы число циклов стирания и записи было равномерно распределено по всем блокам диска. Это существенно увеличивает срок службы флэш-памяти: ее работоспособность сохраняется сотни лет.

Емкость современных флэш-дисков, изготовленных на основе многоуровневых ячеек (MultyLevel Cell, MLC) на базе логических схем NAND («Не-И», штрих Шеффера), достигает нескольких гигабайтов при крайне миниатюрных размерах.

Флэш-диски обладают высочайшей надежностью — среднее время наработки на отказ (Mean Time Between Failures — MTBF) у них составляет, как правило, более миллиона часов; они устойчивы к механическим ускорениям и вибрациям, работают в широком диапазоне температур (от -40 до $+85$ °C).

Во время выполнения операций чтения-записи флэш-диски обычно потребляют не более 200 мВт электроэнергии и, естественно, не шумят.

Скорость считывания информации составляет несколько мегабайтов в секунду, скорость записи несколько ниже (эти значения зависят от типа флэш-памяти и ее интерфейса).

Линейку чипов (ИС) многоцелевой флэш-памяти на базе **Super Flash (SF)** представила компания Silicon Storage Technology. Эти чипы могут использоваться

в КПК, в Bluetooth-устройствах и в оборудовании для беспроводных сетей. Четырехмегабитовые чипы имеют время доступа 90 нс, время стирания сектора — 36 мкс, стирание всей ИС занимает 140 мкс. Потребление тока в активном режиме — 5 мА, в режиме ожидания — 1 мкА при напряжении 1,95 В. Чипы выпускаются в разных исполнениях — в 48-контактных корпусах: TFBGA (6 × 8 × 1 мм), WFBGA (4 × 6 × 0,63 мм), XFLGA (4 × 6 × 0,47 мм).

Конструктивно флэш-диски могут быть выполнены в виде микросхемы. Например, флэш-диск Disk on Chip 2000 фирмы M-Systems представляет собой DIP-микросхему с 32 контактами (современные ROM BIOS выполняются также на основе флэш-памяти в виде обычной микросхемы). Микросхемы Disk on Chip емкостью до 128 Мбайт используются в ПК.

Сейчас выпускаются чипы Disk on Chip третьего поколения. Так, корпорации M-Systems и Toshiba в 2002 году анонсировали флэш-накопитель **Mobile Disk on Chip G3**, изготовленный в виде многоуровневой ячейки по технологии NAND. Емкость построенного по нормам 0,13 мкм чипа равна 64 Мбайт. Поддерживается прямой доступ к памяти (DMA) и режим Multy Burst, обеспечивающий скорость чтения 80 Мбайт/с. Имеются встроенные алгоритмы коррекции ошибок. Toshiba и SanDisk начнут выпуск 90-нм флэш-памяти типа NAND (256–512 Гбайт) в 2004 году — ее разработка закончена. Ныне самую большую емкость имеет чип 2 Гбит, 130 нм.

Многие производители предусматривают на своих системных платах гнезда для установки флэш-чипов. Интерфейс для их подключения аналогичен интерфейсу ПЗУ BIOS.

Флэш-диски в настоящее время выпускаются многими фирмами, с различными интерфейсами и в разных конструктивных исполнениях. Они могут быть не только внешними дисками ПК, но и устанавливаться внутри системного блока. В качестве фиксированной памяти используются флэш-карты, выполненные в виде печатных плат, предназначенных для непосредственной установки в разъемы системной платы компьютера. Они способны работать с системными и локальными интерфейсами ПК (ISA, PCI и др.). Значительно чаще флэш-память используется в качестве альтернативных HDD твердотельных дисков. В этом случае востребованы периферийные интерфейсы ATA (IDE), Serial ATA, USB, IEEE 1394 и др. Широкое применение флэш-диски нашли в цифровых фото- и видеокамерах.

Конструктивных вариантов исполнения флэш-дисков существует много.

□ **ATA Flash, (PC Card ATA).** Карты этого формата имеют емкость до 1 Гбайт, габариты 85,6 Ч 54 Ч 33 мм, они снабжены 68-контактным разъемом (совместим со стандартным разъемом PCMCIA ноутбука) и ATA-контроллером. Благодаря последнему обеспечивается эмуляция обычного жесткого диска. Имеется несколько типов PC Card: Type1, Type2, Type3, отличающихся толщиной: 3,3; 5,0 и 10,5 мм соответственно:

- Type1 обычно используется как фиксированная память;
- Type2, кроме того, может выполнять функции модема или сетевой карты;
- Type3 чаще всего эмулирует жесткие диски.

- **Compact Flash (CF)** имеют две модификации: Compact Flash Type1 (CF1) и Compact Flash Type2 (CF2).
 - Compact Flash Type1, пожалуй, самый распространенный сейчас (на 2002 год) формат. Он разработан в 1994 году фирмой SanDisk и имеет размеры $42,8 \times 36,4 \times 3,3$ мм, вес 10 г, соответствующие спецификации PCMCIA, но его 50-контактный торцевой разъем входит в противоречие с этой спецификацией (при подсоединении к ноутбуку требуется переходник на 68-контактный разъем). Емкость карт CF1 составляет до 512 Мбайт. Скорость чтения карт CF1, выпущенных в 2002 году компанией Netac, составляет 1 Мбайт/с, а скорость записи — 0,9 Мбайт/с.
 - Compact Flash Type2 (CF2) имеют толщину 5 мм, что позволило увеличить их емкость до 4 Гбайт. Скорость чтения-записи — 1,4 Мбайт/с. Упрощенным вариантом CF могут считаться **Miniature Card**, имеющие почти такие же габаритные размеры ($38 \times 33 \times 3,5$ мм), но у них нет внутреннего контроллера для эмуляции HDD (то есть эти карты используются как обычная память).
- **Smart Media (SM)** — твердотельный диск, предложенный в 1998 году компанией Toshiba. Габариты устройства $45,5 \times 37 \times 0,76$ мм, вес — 2 г. Разъем имеет 22 контакта. Внутреннего контроллера у диска нет. Емкость современных SM не превосходит 128 Мбайт, скорость обмена — 512 Кбайт/с.
- **xD-Picture** — усовершенствованный вариант SM, размер карты $25 \times 20 \times 1,7$ мм, вес — 2 г (это самые миниатюрные карты памяти на начало 2003 года). Емкость — 256 Мбайт, в ближайшее время ожидаются карты компании Fuji Photo Film емкостью 512 Мбайт, в дальнейшем прогнозируются и до 8 Гбайт. Скорость передачи до 3 Мбайт/с.
- **MultiMedia Card (MMC)**. Была представлена фирмами SanDisk и Siemens в конце 1997 года. Емкость карт до 256 Мбайт, размер $32 \times 24 \times 1,4$ мм, вес — 2 г. Скорость чтения данных до 2 Мбайт/с, записи — до 512 Кбайт/с.
- **Secure Digital Card (SD)** улучшенный вариант карт MMC, предложенный в 1999 году компанией Matsushita Electric Industrial Co Ltd (торговая марка Panasonic). Это один из самых перспективных форматов хранения информации во флэш-памяти. Размер карт $32 \times 24 \times 2,1$ мм, вес около 2 г, емкость современных SD варьируется от 32 до 1024 Мбайт, скорость обмена — 6 Мбайт/с. Карта оборудована 9-контактным разъемом, имеется возможность защиты от несанкционированного доступа по паролю и переключатель для защиты от случайной записи или стирания. Флэш-карта от Matsushita (2003 год) имеет емкость 1 Гбайт, скорость обмена 20 Мбайт/с; в 2004 году обещана карта емкостью 2 Гбайт, а в 2005 году — версии карт на 4 Гбайт и далее на 8 и 16 Гбайт. Карты SM, MMC, SD первоначально разрабатывались для использования в цифровых фото- и видеокамерах. Сейчас для них выпускаются дисководы для подключения к компьютерам. Например, компания TDK Marketing представила миниатюрные считыватели серии Media Reader с интерфейсом USB2 для флэш-карт форматов SD, MMC, CF и IBM Microdrive (питание через шину USB).

- ❑ **Miniature Card (ViniCard)** — тип этой флэш-памяти нашел применение в органайзерах и сотовых телефонах. Их емкость всего 64 Мбайт, размеры 33 × 32 × 2,8 мм.
- ❑ **Memory Stick** (появились в 1998 году, емкость до 256 Мбайт, размеры 50 × 21,5 × 2,8 мм) применяются в основном в цифровых и видеокамерах. Но фирма Sony рекламирует их в качестве универсальных устройств памяти и оснащает ими многие свои изделия, в частности, портативные, в том числе и карманные персональные компьютеры. Компания I-O Data представила считыватели карт MSRW с интерфейсом USB2 для флэш-карт формата Memory Stick. Габариты MSRW 56 × 72 × 15,5 мм, вес — 25 г.

Дисковые массивы RAID

В машинах-серверах баз данных и в суперкомпьютерах часто применяются *дисковые массивы RAID* (Redundant Array of Inexpensive Disks — массив недорогих дисков с избыточностью), в которых несколько запоминающих устройств на жестких дисках объединены в один большой накопитель, обслуживаемый специальным RAID-контроллером. Отличительной особенностью RAID-массивов является то, что в них используются основанные на введении информационной избыточности методы обеспечения достоверности информации, существенно повышающие надежность работы системы (при обнаружении искаженной информации она автоматически корректируется, а неисправный накопитель в режиме Plug and Play замещается исправным).

В качестве концепции компоновки дисковых массивов RAID была впервые представлена в 1987 году инженерами из калифорнийского университета в Беркли, которые описали пять уровней конфигурации RAID (RAID 1-5). Позже к ним были добавлены RAID 0 и RAID 6.

- ❑ 0-й уровень осуществляет расщепление дисков (disk striping), записывая данные в виде дорожек поочередно на каждом диске массива без контроля четности. Это единственный уровень, не обеспечивающий устойчивость к отказам;
- ❑ 1-й уровень подразумевает два диска, второй из которых является точной копией (зеркальной) первого. Метод RAID 1 подходит для системных и загрузочных разделов;
- ❑ 2-й уровень использует несколько дисков специально для хранения контрольных сумм и обеспечивает самый сложный функционально и самый эффективный метод исправления ошибок;
- ❑ 3-й уровень включает четыре диска: три являются информационными, а последний хранит контрольные суммы, предназначенные для исправления ошибок в первых трех;
- ❑ 4-й и 5-й уровни используют диски, на каждом из которых хранятся свои собственные контрольные суммы;
- ❑ 6-й уровень — RAID 5, дополненный резервными дисковыми контроллерами, вентиляторами, шинами и др.

Дисковые массивы второго (RAID6, RAID 7) и третьего (RAID 10, RAID 30, RAID 50) поколений используют различные сочетания базовой компоновки.

Имеется и иная современная классификация RAID-массивов. В частности, они разделены на три группы:

- FRDS — Failure Resistant Data System, обеспечивающие защиту данных при сбое компонента системы;
- FTDS — Failure Tolerant Disk System, обеспечивающие непрерывную доступность данных при сбое компонента системы;
- DTDS — Disaster Tolerant Disk System, гарантирующие доступ к данным даже в случае полного выхода из строя одной из систем, находящейся в локальной территориальной зоне.

Современные дисковые массивы могут объединять 160 и более физических дисков любой емкости, формирующих до 320 и более логических дисков; имеют внутренний кэш от 32 до 1000 Мбайт и разъемы для подключения внешних интерфейсов типа SCSI или Fibre Channel. Внутренняя шина контроллера имеет пропускную способность 85 Мбайт/с, при использовании Fibre Channel — до 200 Мбайт/с. Информационная емкость дисковых массивов RAID — от 300 до 15 000 Гбайт (типичные параметры: 160 дисков общей емкостью 750 Гбайт). Для сравнения: памяти емкостью 100 Тбайт вполне достаточно, чтобы записать содержимое всех хранилищ Российской государственной национальной библиотеки (бывшей Библиотеки им. Ленина), иными словами, 14 млн томов по 1600 страниц в каждом, которые протянулись на 100 км шкафов с 10 полками в каждом. Среднее время наработки на отказ в дисковых массивах RAID — сотни тысяч часов, а для 2-го уровня компоновки — до миллиона часов. В обычных НМД эта величина не превышает тысячи часов.

Основные направления улучшения характеристик НЖМД:

- использование высокоэффективных дисковых интерфейсов (EIDE, SCSI);
- использование более совершенных магниторезистивных головок, позволяющих увеличить плотность записи и, следовательно, емкость диска и трансфер (без увеличения скорости вращения диска);
- применение зонной записи, при которой на внешних дорожках диска размещается больше данных, чем на внутренних;
- эффективное кэширование диска.

Накопители на гибких магнитных дисках

Накопители на гибких магнитных дисках (НГМД, флоппи-дисководы, Floppy Disk Drive, FDD) — устройства, предназначенные для записи и чтения информации с гибких магнитных дисков (ГМД, дискет). Дискеты позволяют переносить документы и программы с одного компьютера на другой, а также хранить данные, не используемые постоянно на компьютере.

На гибком магнитном диске магнитный слой наносится на гибкую основу. Используемые в ПК ГМД имеют форм-фактор 5,25 дюйма (133 мм) и 3,5 дюйма (89 мм). Емкость ГМД колеблется в пределах от 180 Кбайт до 2,88 Мбайт.

ГМД диаметром 5,25 дюйма помещается в плотный гибкий конверт, а 3,5-дюймовый — в пластмассовую кассету для защиты от пыли и механических повреждений.

Конструктивно ГМД диаметром 133 мм изготавливается из гибкого пластика (лавсана), покрытого износостойчивым ферролаком, и помещается в футляр-конверт. Дискета имеет 2 прорези: центральное отверстие для соединения с дисководом и смещенное от центра небольшое отверстие (обычно скрытое футляром), определяющее радиус-вектор начала всех дорожек на ГМД. Футляр также имеет несколько прорезей: центральное, чуть больше отверстия на дискете; широкое окно для считывающих и записывающих магнитных головок и боковой вырез в виде прямоугольника, закрытие которого липкой лентой, например, защищает диск от записи и стирания информации. Дисководы, поддерживающие 5,25-дюймовые диски, считаются устаревшими, на новые компьютеры не устанавливаются и сейчас встречаются крайне редко.

ГМД диаметром 89 мм имеет более жесткую конструкцию, тщательнее защищен от внешних воздействий (для предохранения поверхности магнитного слоя от повреждения окно для считывания-записи информации в нерабочем состоянии закрыто пружинящей шторкой), но, в принципе, имеет примерно те же конструктивные элементы. Режим запрета записи на этих дисках устанавливается специальным переключателем, расположенным в одном из углов дискеты.

Основные характеристики некоторых типов НГМД приведены в табл. 6.6.

Таблица 6.6. Основные характеристики НГМД

Параметр	Типы ГМД				
	133 мм (5,25 дюйма)			89 мм (3,5 дюйма)	
Полная емкость (Кбайт)	500	1000	1600	1000	1600
Рабочая емкость (Кбайт) после форматирования	360	720	1200	720	1440
Плотность записи (бит/мм)	231	233	380	343	558
Плотность дорожек (дорожек/мм)	1,9	3,8	3,8	5,3	5,3
Число дорожек на одной стороне диска	40	80	80	80	80
Число поверхностей (сторон)	2	2	2	2	2
Среднее время доступа (мс)	80	100	100	65	65
Скорость передачи (Кбайт/с)	50	50	80	80	150
Скорость вращения (оборотов/мин)	300	300	300	360	360
Число секторов	9	9	15	9	18
Емкость сектора дорожки (байт)	512	512	512	512	512

В последние годы появились дискеты с тефлоновым покрытием (например Verbatim Data Life Plus), которое предохраняет магнитный слой и записанную на

нем информацию от грязи, пыли, воды, жира, отпечатков пальцев и даже от растворителей типа ацетона. Возможная емкость 3,5-дюймового диска Data Life Plus — 2,88 Мбайт. Следует упомянуть и ГМД «Go anywhere», распространяемые у нас в стране под названием «Вездеход», — они также обладают стойкостью к различным внешним воздействиям: температуре, влажности, запыленности.

Основными компонентами наиболее распространенного 3,5-дюймового флоппи-дисковода являются: дискетная рама, внутрь которой вставляется диск; шпиндельный двигатель, обеспечивающий вращение диска с постоянной скоростью 300 оборотов/мин; блок головок с приводом и плата электроники.

Основные функции управления дисководом реализуются встроенным в материнскую плату контроллером FDD. Он осуществляет кодирование информации, поиск дорожек и секторов, синхронизацию, коррекцию ошибок.

Интерфейс дисковода формирует сигналы выбора устройства (интерфейс IDE для IBM PC позволяет подключать к контроллеру до двух устройств FDD), запуска двигателя (двигатель FDD включается только при обращении к диску, в отличие от двигателя HDD, который вращает диск постоянно), перемещения головок на один шаг и т. д.

Запись информации на диск осуществляется методом MFM (Modified Frequency Modulation — модифицированная частотная модуляция).

Стандартный формат ГМД типа HD (High Density — высокая плотность) — 80 дорожек на каждой из сторон, 18 секторов по 512 байтов на дорожке. Уплотненный формат — 82 или 84 дорожки, до 20 секторов по 512 байтов или до 11 секторов по 1024 байта. Структура записи данных вдоль дорожки диска показана на рис. 6.9.

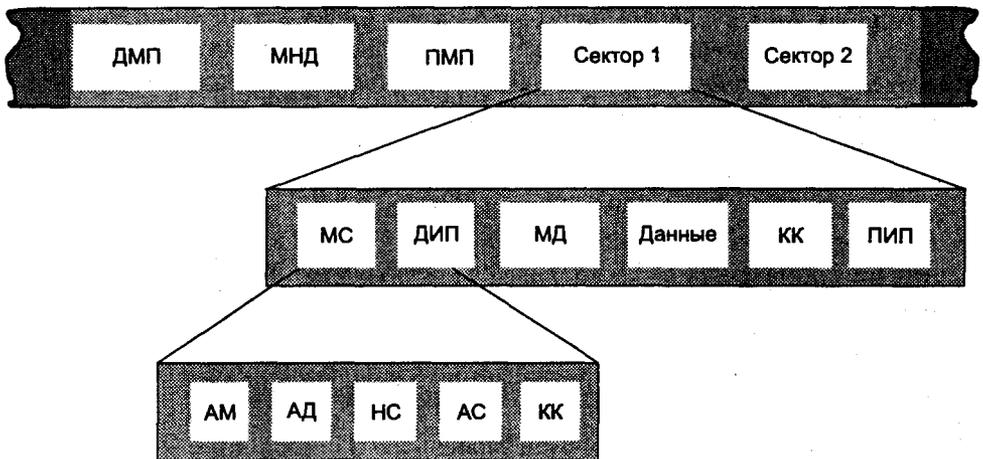


Рис. 6.9. Структура записи на дорожке гибкого диска

Данные содержат служебную и рабочую (данные пользователя) информацию. Служебная информация необходима для синхронизации работы НГМД. Она идентифицирует:

- дорожку и включает домаркерный промежуток (ДМП), маркер начала дорожки (МНД), послемаркерный промежуток (ПМП);
- сектор и включает маркер сектора (МС), доинформационный промежуток (ДИП), маркер данных (МД), данные, контрольные коды (КК), послеинформационный промежуток (ПИП);
- маркер сектора содержит адресный маркер (АМ), адрес дорожки (АД), номер стороны дискеты (НС), адрес сектора на дорожке (АС) и контрольные коды (КК).

Все промежутки заполняются нулевыми байтами и используются для создания временных интервалов при чтении-записи, необходимых системе управления. Маркер или метка — это определенный для каждого признака идентифицирующий код. Контрольные коды вводятся для проверки достоверности информации на дорожке.

В ПК используются также диски с *высокой* плотностью записи, для более точного позиционирования магнитной головки на поверхности которых используется лазерный луч. По внешнему виду эти диски напоминают 3,5-дюймовые (реже 5,25-дюймовые) диски, но имеют более жесткую конструкцию.

Среди накопителей, использующих такие диски, следует назвать:

- накопители на флоптических дисках;
- накопители сверхвысокой плотности записи;
- дисководы Zip.

Накопители на флоптических дисках

Накопители на **флоптических дисках** выполняют обычную магнитную запись информации, но с существенно большей плотностью размещения дорожек на поверхности диска. Такая плотность достигается ввиду наличия на дисках специальных нанесенных лазерным лучом серводорожек, служащих при считывании-записи базой для позиционирования лазерного луча, и, соответственно, магнитной головки, жестко связанной с лазером. Емкость флоптических дисков варьируется от 20,8 до 120 Мбайт. Примером такого дисковода может служить LS-120 — дисковод гибких магнитных дисков с лазерным приводом. Он поддерживает диски емкостью 120 Мбайт, совместим с флоппи-дисководом (со стандартными форматами 1,44 Мбайт). У LS-120 скорость чтения-записи составляет в зависимости от модификации 180–500 Кбайт/с для устройств с IDE- и LPT-интерфейсами. Пиковая скорость для SCSI-варианта может достигать 4 Мбайт/с.

Накопители сверхвысокой плотности записи

Накопители **сверхвысокой плотности записи** (VHD — Very High Density) используют кроме лазерного позиционирования еще и специальные дисководы, обеспечивающие иную технологию записи-считывания: «перпендикулярный» способ записи вместо обычного «продольного». Сейчас выпускаются VHD-диски емкостью 120–240 Мбайт; фирма Hewlett-Packard объявила о создании диска емкостью 1000 Мбайт, а фирма IBM — дисков емкостью 8700 Мбайт и 10 800 Мбайт.

Дисководы Zip

Самыми распространенными после флоппи-дисководов (FDD) приводами гибких дисков являются **дисководы Zip**, разработанные фирмой Imega в 1995 году. Устройства Zip базируются на традиционной технологии магнитных носителей. Запись-чтение и позиционирование головок опираются на магнитные свойства материала пластины диска. Пластина диска Zip является гибкой, подобно носителю обычного флоппи-диска. Устройства Zip используют более совершенную систему позиционирования головок и механику привода, что дало возможность значительно увеличить емкость дисков по сравнению с традиционными флоппи-дисками. Выпускаются дисководы Zip 100 Мбайт, поддерживающие диски емкостью 100 Мбайт, и Zip 250 Мбайт, которые работают с дисками емкостью 100 Мбайт и 250 Мбайт. Устройства Zip выпускаются с интерфейсами IDE (ATAPI), LPT, SCSI, USB. Дисководы Zip бывают внутренние (internal) и внешние (external). Модели Zip 250 Мбайт с интерфейсами SCSI и ATAPI имеют пиковую скорость передачи данных 2,4 Мбайт/с, остальные — около 1,4 Мбайт/с; среднее время доступа у всех моделей — 29 мс. В комплект поставки устройства Zip входит специализированное программное обеспечение — набор утилит ImegaWare. К основным достоинствам устройств Zip относятся относительно высокое быстродействие, простота установки и эксплуатации, хорошее программное обеспечение. Недостатками устройств Zip являются несовместимость с обычными флоппи-дисковыми, температурная нестабильность дисков и невысокая надежность (при неисправности дисковода и при неправильной записи на диск головки дисковода издадут щелчки, приводящие к потере данных и повреждению диска).

Форматирование дисков и правила обращения с ними

Каждый новый диск в начале работы с ним следует отформатировать. Форматирование диска — это создание структуры записи информации на ее поверхности: разметка дорожек, секторов, запись маркеров и другой служебной информации. Возможный вариант форматирования зависит от типа диска:

- SS/SD — односторонняя (single sides), одинарной плотности (single density);
- SS/DD — односторонняя, двойной плотности (double density);
- DS/SD — двухсторонняя (double sides), одинарной плотности;
- DS/DD — двухсторонняя, двойной плотности;
- DS/HD — двухсторонняя, высокой плотности (high density), обеспечивающая максимальную емкость.

Необходимо соблюдать определенные правила обращения с диском:

- не сгибать его;
- не прикасаться руками к магнитному покрытию;
- не подвергать диск воздействию магнитных полей;
- нужно хранить диск в бумажном конверте при положительной температуре;
- надписи на приклеенной этикетке следует делать без нажима карандашом;
- брать диск за один угол защитного конверта;

- нельзя мыть диск;
- нужно извлекать диск перед выключением ПК;
- вставлять и вынимать диск из дисковода только тогда, когда не горит сигнальная лампочка активности дисковода.

Накопители на оптических дисках

Появившийся в 1982 году благодаря фирмам Philips и Sony оптический компакт-диск произвел кардинальный переворот в области персональных компьютеров и индустрии развлечений. Компакт-диски расширили сферу применения информационных технологий. На сегодняшний день компакт-диск — недорогой, массово воспроизводимый, надежный, одним словом, лучший носитель для звуковых записей, компьютерных игр и мультимедийных программ, установочных пакетов и наборов фотографий.

Сегодня накопители на оптических дисках (НОД) — обязательный атрибут любого персонального компьютера. Большая их емкость в сочетании с весьма высокой надежностью и невысокой стоимостью как дисководов, так и дисков, делает НОД незаменимыми для сохранения и распространения программ (установочных пакетов), а также для долговременного хранения больших объемов информации, баз данных, например. Основными достоинствами НОД являются:

- сменяемость и компактность носителей;
- большая информационная емкость;
- высокая надежность и долговечность дисков и головок чтения-записи (до 50 лет);
- меньшая (по сравнению с НМД) чувствительность к загрязнениям и вибрациям;
- нечувствительность к электромагнитным полям.

Оптические накопители выпускаются в нескольких модификациях.

1. Классические компакт-диски:

- **CD-ROM** — Compact Disk Read Only Memory, перезаписываемые лазерно-оптические диски или компакт-диски ПЗУ;
- **CD-R** — Compact Disk Recordable, компакт-диски с однократной записью (их иногда называют также CD-WORM — CD Write Once, Read Many и CD-WO — CD Write Once);
- **CD-RW** — CD ReWritable, компакт-диски перезаписываемые, с многократной записью (их раньше называли CD-E — CD Erasable — стираемые).

2. Цифровые универсальные диски:

- **DVD-ROM** — Digital Versatile Disk Read Only Memory, перезаписываемые цифровые универсальные диски;
- **DVD-R** — DVD Recordable, цифровые универсальные диски с однократной записью;
- **DVD-RW** — DVD ReWritable или DVD-RAM — DVD Read Access Memory, цифровые перезаписываемые универсальные диски.

Неперезаписываемые лазерно-оптические диски CD-ROM

Массовое распространение получили CD-ROM. Компакт-диск представляет собой пластиковый поликарбонатный круг диаметром 4,72 дюйма (встречаются компакт-диски и диаметром 3,5; 5,25; 12 и 14 дюймов) и толщиной 0,05 дюйма, с отверстием в центре диаметром 0,6 дюйма и имеет двухслойное покрытие: тончайший отражающий металлический (обычно алюминиевый) слой и лаковое покрытие. Эти диски поставляются фирмой-изготовителем с уже записанной на них информацией (в частности, с программным обеспечением). Запись информации на них возможна только вне ПК, в лабораторных условиях, лазерным лучом большой мощности, который оставляет на поликарбонатной основе CD след — дорожку с микроскопическими впадинами (питами, pits). Питы имеют ширину около 0,5 микрон и следуют друг за другом, образуя единую спиральную дорожку с шагом 1,6 микрона (для сравнения: тонкий человеческий волос имеет диаметр 75 микрон). Каждый пит в зависимости от своей длины может кодировать несколько битов информации. Таким образом создается первичный «мастер-диск». Процесс массового тиражирования CD-ROM по «мастер-диску» выполняется путем литья под давлением.

Дорожка на CD, в отличие от магнитных дисков, спиральная и очень узкая. Впадины имеют глубину примерно 5 миллиардных долей дюйма и ширину в 24 миллиардные доли дюйма; плотность дорожек — 16 000 дорожек на дюйм. Длина всей спиральной дорожки около 5 км. В оптическом дисководе ПК информация с дорожки читается лазерным лучом существенно меньшей мощности. Лазерный луч фокусируется на дорожке диска и отражается от выпуклостей питов, меняя свою интенсивность. Отраженный луч улавливается фотоприемником (фотодиодом) оптической читающей головки.

CD-ROM ввиду весьма плотной записи информации имеют емкость от 250 Мбайт до 1,5 Гбайт (наиболее распространенная емкость 650 Мбайт), время доступа (access time) в разных оптических дисках колеблется от 50 до 350 мс, скорость считывания информации — от 150 до 6000 Кбайт/с. Приводы CD-ROM существенно отличаются по скорости передачи данных. Она зависит от двух факторов: плотности записи информации на поверхности диска и скорости вращения диска. Последняя является параметром, указываемым в марке дисковода в виде Nx-коэффициента кратности (data-transfer rate), сообщающего, во сколько раз линейная скорость дисковода превышает так называемую «единичную» скорость, равную 150 Кбайт/с. Сейчас имеются модели с любыми четными значениями этого коэффициента от двух (2x) до 56 (56x), последние обеспечивают трансфер более 6 Мбайт/с. Следует заметить, что прямой линейной зависимости между коэффициентом кратности и трансфером нет, например реальная скорость CD-ROM с кратностью 50x оказывается обычно намного ниже теоретической — часто соответствующей 40x. Дисководы CD-ROM менее чем с двадцатикратным увеличением скорости не позволят качественно реализовать многие современные технологии мультимедиа, да и многие программные приложения вообще, поэтому они сейчас не выпускаются.

Дисковод обеспечивает считывание информации «из глубины» диска, для этого лазер фокусируется не на внешней поверхности, а непосредственно на информационном слое. Грязь и царапины на покрытии, таким образом, оказываются не в фокусе и до определенного предела игнорируются. Кроме того, для обеспечения надежной работы информация на компакт-дисках кодируется с большой избыточностью с использованием корректирующего кода Рида–Соломона (Reed–Solomon code), обеспечивающего возможность восстановления исходной информации при значительном числе ошибок ее считывания.

К первым, не очень скоростным накопителям предъявлялось требование обеспечения минимальной постоянной линейной скорости считывания данных: CD используются для хранения аудио- и видеoinформации, а для нормального прослушивания аудиоданных она должна быть не менее 150 Кбайт/с. Это обуславливало переменную угловую скорость. При считывании информации с внутренней части диска она должна быть 500 оборотов/мин, против 200 оборотов/мин при считывании с внешней, то есть должна меняться в 2,5 раза. Таким образом, для обеспечения быстрого переключения между областями диска двигатель должен обладать хорошей динамикой. Скоростные CD-ROM, начиная с коэффициента кратности 12х, обеспечивают трафик нужной минимальной величины в любом месте диска даже при постоянной угловой скорости вращения. Поэтому современные высокоскоростные накопители имеют постоянную угловую скорость и, тем самым, непостоянную линейную.

Таким образом, в низкоскоростных накопителях при считывании (записи) угловая скорость меняется в зависимости от местонахождения считываемого (записываемого) участка дорожки с целью обеспечить постоянную линейную скорость носителя под головкой — этим обуславливается возможность работы с постоянной оптимальной плотностью записываемых данных и высокая емкость дисков. Высокоскоростные устройства лишены этой благоприятной особенности, но высокая емкость дисков обеспечивается в них иными технологическими приемами, в частности, благодаря внедрению технологии CAV (Constant Angular Velocity — постоянная угловая скорость). В этом режиме частота оборотов диска остается постоянной, соответственно на периферийных участках данные считываются с большей скоростью (4–7,8 Мбайт/с). Средняя скорость считывания при этом гораздо ближе к минимальным значениям, поскольку запись на диске начинается с внутренних областей.

При выполнении реальных задач разница в производительности приводов, имеющих скорости в диапазоне 24х–50х, для пользователя практически не ощутима и может быть измерена только специальными тестами. Более скоростные приводы обладают преимуществом лишь в случае считывания большого объема непрерывно расположенных данных, например, при установке программного обеспечения. В настоящее время максимальная достигнутая скорость составляет 56х, то есть примерно 8000 Кбайт/с. Эта величина соответствует частоте вращения 12 000 оборотов/мин. На таких скоростях начинают сильно сказываться дефекты производства дисков — искажения геометрии, неравномерность массы. Чтобы уменьшить паразитные биения, производители прибегают к различным ухищре-

ниям, например оборудуют приводы CD-ROM специальными демпфирующими устройствами.

Следует отметить, что большинство дисководов способно автоматически снижать скорость вращения при появлении большого количества ошибок считывания данных (и не все модели, кстати, способны в дальнейшем при уменьшении числа ошибок ее повышать). Номинальная же скорость, указываемая на дисковом, определяется на эталонном, безошибочном диске, не требующем снижения оборотов. Снижение скорости частично компенсируется наличием в устройствах большого кэша, который, кроме того, хорошо помогает при работе с большим количеством мелких файлов, требующим многократного позиционирования головки считывания-записи. Размер внутренней кэш-памяти, в который считываются данные перед их передачей, в современных накопителях достигает 1 Мбайт, но удовлетворительной величиной является и кэш емкостью 128 Кбайт.

Устройство позиционирования оптической системы ориентируется на специальные метки диска и не требует прецизионной механики, что делает это весьма высокотехнологичное устройство достаточно дешевым в производстве. Изначально приводы CD-ROM имели свой интерфейс, обычно устанавливаемый на звуковой карте, и умели работать только с ним. Современные дисководы CD-ROM имеют IDE-ATAPI или SCSI-интерфейсы и могут подключаться непосредственно к разъему на материнской плате как IDE- или SCSI-устройства. IDE-ATAPI — более распространенный интерфейс. Большинство современных приводов CD-ROM с данным интерфейсом поддерживает протокол Ultra DMA/33 (UDMA), имеющий скорость передачи 33 Мбайт/с. SCSI-интерфейс обеспечивает скорости передачи данных до 80 Мбайт/с (для спецификации SCSI-3) и подключение максимум до 16 устройств. Область применения дисководов CD-ROM с интерфейсом SCSI — графические станции, серверы и другие мощные системы. Пока только SCSI способен поддерживать надежное функционирование систем с подключением нескольких дисководов CD-ROM и их работу в многозадачном режиме.

Типовой дисковод состоит из блока электроники, шпиндельного двигателя, системы оптической считывающей головки и системы загрузки диска. В блоке электроники размещены все управляющие схемы привода, интерфейс с контроллером компьютера, разъемы интерфейса и выхода звукового сигнала. Шпиндельный двигатель служит для приведения диска во вращение с постоянной или переменной угловой скоростью. Система оптической головки включает в себя саму головку и устройства ее перемещения. В головке размещены лазерный излучатель на основе инфракрасного лазерного светодиода, система фокусировки, фотоприемник и предварительный усилитель. Лазер имеет длину волны 780 нанометров.

Конструкции дисководов предусматривают возможность загрузки как одного, так одновременно и нескольких компакт-дисков. Последний вариант иногда более удобен, но рекомендовать его безоговорочно нельзя: часто в этом случае снижается качество воспроизведения записи и надежность устройства.

Наконец, нужно иметь в виду, что все современные модели CD-ROM позволяют качественно воспроизводить и музыкальные записи. Для этого следует установить в ПК необходимые драйверы (при работе в среде MS DOS, например, это

специальная постоянно находящаяся в памяти (резидентная — TSR) программа; при работе под Windows — драйвер CD Audio). В ряде моделей есть кнопка Play для запуска проигрывания аудиодисков. Чаще эта кнопка является двухфункциональной (например, Play/Next) и служит также для перехода между звуковыми дорожками. Другая кнопка, Eject, при проигрывании аудиодисков обычно используется для остановки проигрывания без выбрасывания диска. В обычном режиме кнопка Eject служит для загрузки-выгрузки диска. Слушать диски можно как через выход для наушников на передней панели CD-ROM, так и через внешнюю акустическую систему. В последнем случае необходима звуковая карта с усилителем.

Оптические диски с однократной записью

Накопители CD-R позволяют однократно записывать информацию на диски с форм-фактором 4,72 и 3,5 дюйма. Для записи используются специальные заготовки дисков, иногда называемые мишенями (target). На поверхность заготовок нанесено три слоя покрытия: непосредственно на основу диска из поликарбоната нанесен активный (регистрирующий) слой из пластика (с одним из четырех типов красителей: металлоазот — Metal AZO¹ — торговая марка Verbatim, цианин (cyanine), фталоцианин (phthalocyanine) или наиболее перспективный формазан — смесь цианина и фталоцианина); активный слой покрыт тончайшей отражающей пленкой из золота (использовалась в первых моделях, а сейчас в особо надежных моделях) или серебра (дешевле и обладает лучшим светоотражением); сверху все полито слоем защитного лака. Заготовки также имеют нанесенную спиральную дорожку, на которой позиционируется записывающая головка.

При записи лазерный луч непосредственно в дисковом компьютере прожигает необратимые микроскопические углубления — питы (pits) — в активном слое. Ввиду разницы отражения от ямок и от не выжженных участков поверхности при считывании происходит модуляция интенсивности отраженного луча, воспринимаемого головкой чтения. Запись в современных CD-R может выполняться на скорости до 12х. Чтение производится лазерным лучом так же, как и у CD-ROM. Дисководы CD-R совместимы с обычными CD-ROM, естественно, при совпадении формата диска.

Оптические диски с многократной записью

Накопители CD-RW позволяют многократно записывать информацию на диски с отражающей поверхностью, под которую нанесен слой типа Ag-In-Sb-Te (содержащий серебро, индий, сурьму, теллур) с изменяемой фазой состояния. Фаза этого пластика, кристаллическая или аморфная, изменяется в зависимости от скорости остывания после разогрева поверхности лазерным лучом в процессе записи, выполняемой непосредственно в дисковом ПК. При медленном остывании пластик переходит в кристаллическое состояние и информация стирается (записывается «0»); при быстром остывании (если разогрета только микроскопиче-

¹ В новых носителях Verbatim использовано покрытие Advanced AZO от Mitsubishi Chemical Media (родительской компании Verbatim) — доработанная версия Metal AZO.

ская точка) элементик пластика переходит в аморфное состояние (записывается «1»). Ввиду разницы коэффициентов отражения от кристаллических и аморфных микроскопических точек активного слоя при считывании происходит модуляция интенсивности отраженного луча, воспринимаемого головкой чтения. Лучшие образцы дисков CD-RW выдерживают несколько сотен циклов перезаписи. Коэффициент кратности скорости при записи информации у современных моделей не превосходит 10х. Читать CD-RW могут только высокочувствительные дисководы (чтение записи выполняется лазерным лучом), поскольку отраженный луч у них значительно слабее (отражающая способность их активного слоя составляет 25–30% от уровня обычного CD), нежели у CD-ROM и CD-R. Перезаписываемые диски целесообразно использовать для хранения больших объемов обновляющихся данных (например, для создания резервных копий важной информации) и для обмена данными с другими ПК.

Цифровые диски DVD

Настоящий переворот в технике внешних запоминающих устройств готовы совершить новые, впервые появившиеся в 1996 году цифровые видеодиски, имеющие габариты обычных CD-ROM, но значительно большей емкости, которая у них достигает 24 Гбайт.

Следует отметить, что консорциум 10 фирм, стоящих у истоков разработки DVD (теперь этот консорциум именуется DVD Forum), решил с целью защиты этих дисков от несанкционированного копирования ввести «антипиратское» региональное кодирование информации на DVD. Такое кодирование позволило бы выпускать разные DVD для разных частей света и даже для отдельных стран: весь мир поделен на 6 зон — к 1-й зоне отнесены США и Япония; Россия, Индия и Африка отнесены к 5-й зоне. Но практика показала, что в России находится в обращении масса пиратских приводов и дисков DVD, закодированных для первой зоны. Даже больше: существуют и так называемые приводы Zone-Free, то есть приводы, работающие с дисками, закодированными для любой зоны.

DVD — Digital Versatile Disk, цифровой универсальный диск (иногда его называют Digital Video Disk, цифровой видеодиск). Физически DVD-диск — это тот же привычный диск диаметром 4,72 дюйма (существует стандарт также на 3,5 дюйма) и толщиной 0,05 дюйма. Так же как и компакт-диск, он не изнашивается (или почти не изнашивается) со временем, не чувствителен к магнитному и инфракрасному излучениям и мало чувствителен к повышенным температурам.

Но в DVD используются однослойная и двухслойная, односторонняя и двухсторонняя уплотненная запись. Уплотнение записи данных на DVD было достигнуто путем уменьшения диаметра пишущего-читающего луча (зелено-голубой лазер) в два раза, при этом уменьшаются сами точки (питы), сокращается расстояние между соседними точками на дорожке и увеличивается количество дорожек. Только за счет повышения плотности записи удалось достичь более чем четырехкратного роста емкости. А за счет других ресурсов, таких как большая область данных, более эффективная битовая модуляция каналов, более эффективное исправление ошибок, меньшее перекрытие секторов, емкость по сравнению

с CD увеличилась в семь раз: стандартный однослойный односторонний диск DVD может хранить 4,7 Гбайт данных, двухслойный накопитель имеет емкость в 8,5 Гбайт (относительное уменьшение емкости по сравнению с двухкратной однослойной связано с необходимостью снижения помех, наводимых верхним слоем при считывании нижнего).

Кроме увеличения физической плотности размещения информации на диске, произошли изменения и в способах ее представления. Дело в том, что комбинация нулей и единиц двоичного кода записывается на носитель не в виде точек на ровной поверхности, а в виде выемок различной длины, преобразуемых уже системой демодуляции в определенное количество единиц или нулей. Используемая в CD EFM-модуляция (Eight-To-Fourteen Modulation, модуляция 8/14) была признана устаревшей, и ей на смену пришел несколько модифицированный алгоритм EFM Plus. Опуская подробности, отметим лишь, что подобная модуляция, помимо большей устойчивости к сбоям, дает дополнительный бит экономии на каждые 2 байта информации. Используемый при этом метод коррекции ошибок (код Рида–Соломона) дает, по некоторым оценкам, десятикратное увеличение надежности, что немаловажно при том же десятикратном увеличении емкости и потока данных. Данные на дисках DVD организованы иначе, чем на CD. У обычных дисков все данные находятся на одной непрерывной дорожке, в то время как у DVD информация делится на два типа: навигационную и содержательную.

Скорость чтения у DVD лежит в пределах 1,4–14 Мбайт/с. Наличие более сложной оптической системы замедляет время доступа к нужной информации на диске от 100 мс у современных CD-ROM до 170 мс — у DVD-ROM. Ситуацию, впрочем, несколько выправляет наращенный до 512 Кбайт кэш, сохраняющий теперь больше считанной в процессе работы информации.

Сегодня, согласно договору между членами DVD Forum, распространены следующие типы DVD:

- DVD-5 (4,72", односторонний диск с одним слоем записи — подобие одностороннего CD-ROM, но с уплотненной записью) — 4,7 Гбайт;
- DVD-9 (4,72", односторонний диск с двумя слоями записи; верхний слой полупрозрачный для лазерного луча, а считывание с нижнего слоя выполняется вторым лазером с отличной от первого длиной волны) — 8,5 Гбайт;
- DVD-10 (4,72", двухсторонний диск с одним слоем записи) — 9,4 Гбайт;
- DVD-18 (4,72", двухсторонний диск с двумя слоями записи) — 17 Гбайт;
- DVD-1 (3,5", односторонний однослойный) — 1,4 Гбайт;
- DVD-2 (3,5", односторонний двухслойный) — 2,7 Гбайт;
- DVD-3 (3,5", двухсторонний однослойный) — 2,9 Гбайт;
- DVD-4 (3,5", двухсторонний двухслойный) — 5,3 Гбайт;
- DVD-R (4,72", односторонний однослойный) — 3,95 Гбайт;
- DVD-R (4,72", двухсторонний однослойный) — 7,9 Гбайт;
- DVD-R (3,5", односторонний однослойный) — 1,23 Гбайт;
- DVD-R (3,5", двухсторонний однослойный) — 2,46 Гбайт;

- DVD-RAM (4,72", односторонний однослойный) — 2,58 Гбайт;
- DVD-RAM (4,72", двухсторонний однослойный) — 5,16 Гбайт.

Реально на рынке представлены DVD четырех типов: 5, 9, 10 и 18.

Фирма Sony, нарушив договор, заключенный между членами DVD Forum, выпустила двухсторонний, двухслойный DVD с голубым лазером емкостью 24 Гбайт.

Самый простой тип записываемого DVD — это DVD-R, который предусматривает однократную запись информации на носитель с последующим многократным чтением. В DVD-R используется органическая полимерная технология, в основном подобная применяемой в CD-R, и этот формат совместим практически со всеми дисководы DVD. На сегодняшний день емкость подобных дисков еще не достигла значений, присущих DVD-ROM, однако принципиальных проблем нет, и в обозримом будущем емкости сравняются. Во всяком случае, формат 4,7 Гбайт DVD-R уже объявлен фирмами Matsushita, Mitsubishi и Hitachi (Maxell).

Среди перезаписываемых DVD сегодня конкурируют два равновесных формата — DVD-RAM и DVD-RW. Первый формат, продвигаемый фирмами Hitachi, Matsushita и Toshiba, поддержан большинством членов DVD Forum (конвенции фирм, стоящих у истоков создания DVD) и, таким образом, официально одобрен. Второй продвигается компаниями Hewlett-Packard, Philips, Ricoh и Sony.

В основе обоих стандартов лежит одна и та же технология изменения фазы. Диск покрыт слоем специального материала, который может находиться в аморфном или кристаллическом состоянии. При этом светоотражающая способность материала в разных фазах различается примерно на 20%, что позволяет кодировать информацию. Основное различие стандартов в том, каким образом головка накопителя считывает данные с диска. В устройствах DVD-RAM считывающую головку необходимо переключать между режимами чтения канавки и площадки (пространства между канавками) при каждом обороте диска, в то время как в накопителях DVD-RW информация считывается только с канавки диска так же, как это делается в стандартных дисководах для чтения DVD-ROM.

Существуют и другие форматы перезаписываемых DVD-дисков. Это ASMO (ранее MO7), способный хранить до 6 Гбайт данных, и MMVF (MultiMedia Video Format) фирмы NEC с емкостью в 5,5 Гбайт. Оба типа дисководов способны читать DVD-ROM и DVD-R, однако несовместимы ни с DVD-RAM, ни с DVD-RW. Ассоциация OSTA (Optical Storage Technology Association, Ассоциация технологий оптических накопителей) разрабатывает спецификацию совместимости DVD — Read Compatibility Specification, которая в идеале будет поддерживать все типы компакт-дисков, в том числе аудиодиски, CD-ROM, CD-R, CD-RW, DVD-ROM, DVD-R, а также (!) DVD-RAM и DVD-RW.

Основные достоинства DVD:

- значительно большая по сравнению с CD емкость. В частности, достаточная для хранения полнометражного фильма самого высокого качества;
- совместимость с CD. Устройства DVD-ROM смогут считывать существующие библиотеки данных на CD-ROM;

- высокая скорость обмена данными с дисководом DVD;
- высокая надежность хранения данных.

Диски DVD по прогнозам должны в ближайшее время получить широкое распространение не только в компьютерах, но и в аудио- и видеомагнитофонах. В частности, для хранения одного часа усредненного видеofilьма требуется приблизительно два гигабайта данных. Но реальное вытеснение на рынке дисками DVD дисков CD начнется не ранее 2002 года. Основными локальными интерфейсами для DVD являются интерфейсы IDE-ATAPI, SCSI, USB, Serial ATA.

Для маркировки скоростных характеристик накопителей на оптических дисках часто используется скоростная формула.

В частности, для CD-накопителей она выглядит так: $K \times M \times N \times$, где: $K \times$ — кратность скорости записи на CD-R; $M \times$ — кратность скорости записи на CD-RW; $N \times$ — кратность скорости чтения.

В последние годы стали популярными комбинированные приводы, объединяющие накопители CD и DVD. Скоростная формула комбо-привода выглядит так: $L \times K \times M \times N \times$, где: $L \times$ — кратность скорости чтения DVD; $K \times$ — кратность скорости записи на CD-R; $M \times$ — кратность скорости записи на CD-RW; $N \times$ — кратность скорости чтения CD.

Однократная скорость для CD равна 150 Кбайт/с, а для DVD — 1350 Кбайт/с.

Например, формула скорости комбинированного привода $8 \times 12 \times 8 \times 32 \times$ означает: скорость чтения DVD 10 800 Кбайт/с; скорость записи на CD-R 1800 Кбайт/с; скорость записи на CD-RW 1200 Кбайт/с; скорость чтения CD — 4800 Кбайт/с.

Фирма Hitachi в 2003 году объявила о новой технологии изготовления многослойных CD, позволяющей на одном диске формата 7,2 дюйма разместить 1 Тбайт = 1024 Гбайт информации. На диске можно создать до 100 слоев толщиной 0,3 мкм (толщина слоя у DVD — 25 мкм). Ослабление сигнала при работе с внутренними слоями незначительное. «Прозрачность» слоев обеспечивается использованием специальных материалов с изменяемой прозрачностью под действием внешнего электрического сигнала (некоторая аналогия с жидкими кристаллами).

Накопители на магнитооптических дисках

Принцип работы магнитооптического накопителя (Magneto Optical) основан на использовании двух технологий — лазерной и магнитной. Запись информации осуществляется на магнитном носителе, а оптический лазерный луч используется для местного разогрева точки магнитной поверхности. Сущность процессов записи-считывания обусловлена следующим. Активный слой на поверхности магнитооптического диска может быть перемагничен магнитной головкой только при высокой температуре. Такая температура (сотни градусов) создается лазерным импульсом длительностью порядка 0,1 мс. При считывании информации вектор поляризации отраженного от поверхности диска лазерного луча на несколько градусов изменяет свое направление в зависимости от направления намагниченности элемента активного слоя. Изменение направления поляризации и воспринимается соответствующим датчиком.

Существуют два типа магнитооптических накопителей:

- с однократной записью, стандарта CC-WORM (Write Once Read Many);
- перезаписываемые CC-E (Continuous Composite Erasable) стандарта LIMDOW (Light Intensity Modulation/Direct OverWrite).

К основным недостаткам стандартной магнитооптической технологии относится, прежде всего, низкая скорость перезаписи, поскольку данный процесс требует осуществления трех циклов — стирания старых данных, записи новых и проверки. Для уменьшения времени перезаписи цикл проверки, как правило, пропускается. Чтобы еще более увеличить скорость перезаписи, была разработана спецификация OverWrite, которая исключает цикл стирания. Диски стандарта LIMDOW совместимы с этой спецификацией и, таким образом, позволяют повысить суммарное быстродействие.

В магнитооптических накопителях CC-WORM для предотвращения стирания и повторной записи информации на диск на контрольные дорожки наносятся специальные метки.

Магнитооптические накопители имеют два типоразмера: 3,5 и 5,25 дюйма. Магнитооптические диски форм-фактора 5,25 дюйма могут иметь следующие емкости: 650 Мбайт, 1,3 Гбайт, 2,6 Гбайт, 4,6 Гбайт и 5,2 Гбайт. Эти диски являются двухсторонними, то есть запись производится на обе поверхности. В результате общая емкость диска складывается из емкостей двух поверхностей. Магнитооптические диски форм-фактора 3,5 дюйма поддерживают следующие емкости: 128 Мбайт, 230 Мбайт, 540 Мбайт, 640 Мбайт и 1,3 Гбайт; эти диски являются односторонними.

Время доступа у магнитооптических накопителей находится в пределах от 50 до 150 мс, скорость считывания до 3000 Кбайт/с. Магнитооптические накопители в ПК могут быть внутренними и внешними, последние предпочтительнее ввиду значительного тепловыделения. Магнитооптические диски позволяют переносить большие объемы данных и отличаются высокой степенью надежности. Однако в силу относительно высокой стоимости дисководов и дисков их область применения ограничена профессиональными системами обработки графики, видеомонтажа, верстки и т. п., когда требуются накопление больших объемов данных и обмен ими. Магнитооптические накопители также используются для решения задач резервного копирования. Большинство магнитооптических накопителей имеют интерфейс SCSI.

Накопители на магнитной ленте

Накопители на магнитной ленте были первыми ВЗУ вычислительных машин.

В универсальных компьютерах широко использовались и используются накопители на бобинной магнитной ленте (НМЛ), а в персональных компьютерах — накопители на кассетной магнитной ленте (НКМЛ). Кассеты с магнитной лентой (картриджи) весьма разнообразны: они отличаются как шириной применяемой магнитной ленты, так и конструкцией.

Лентопротяжные механизмы для кассет носят название стримеров — это инерционные механизмы, требующие после каждой остановки ленты ее небольшой перемотки назад (перепозиционирования). Такое перепозиционирование увеличивает и без того большое время доступа к информации на ленте (десятки секунд), поэтому стримеры нашли применение в персональных компьютерах лишь для резервного копирования и архивирования информации с жестких дисков и в игровых компьютерах для хранения пакетов игровых программ.

Объемы хранимой на одной кассете информации постоянно растут. Так, емкость картриджей первого поколения, содержащих магнитную ленту длиной 120 м, шириной 3,81 мм с 2–4 дорожками, не превышала 25 Мбайт. В конце 80-х годов появились картриджи с большей плотностью записи на ленте шириной четверть дюйма (Quarter Inch Cartridge) (стандарты QIC — 40/80); первые такие картриджи были выпущены фирмой 3М — кассеты DC300, емкостью 60–250 Мбайт (поэтому этот стандарт часто называют стандартом 3М). Последние модели картриджей (стандарт QIC 3010–3020) имеют емкость 340 Мбайт, 680 Мбайт и даже 840–1700 Мбайт и более (стандарт QIC 3010–3020 Wide, увеличивший ширину магнитной ленты до 0,315 дюйма).

В стандарте Travan используются также 0,315-дюймовые ленты с емкостью картриджа 400–4000 Мбайт; в DAT-стримерах (Digital Audio Tape) работает технология спирального сканирования, обеспечивающая очень высокую плотность записи и емкость картриджа до 8 Гбайт. Наконец, наиболее высокие надежность, скорость считывания-записи и емкость картриджа (до 35 Гбайт) обеспечивают стримеры в стандарте DLT (Digital Linear Tape). Стримеры, как правило, имеют собственные средства сжатия данных, поддерживающие столь высокие емкости картриджей. Анонсированы, например, картриджи емкостью 80 и более гигабайтов. Первый НМЛ Model 726 был выпущен фирмой IBM в 1952 году и имел емкость всего 1,4 Мбайт. В мае 2002 года фирма IBM анонсировала картриджи емкостью 1 Тбайт (это примерно в 10 000 раз больше, чем может за всю жизнь сохранить человеческий мозг).

Скорость считывания информации с магнитной ленты в стримерах также не высока и обычно составляет от 100 до 500 Кбайт/с. НКМЛ рассчитаны на периферийные интерфейсы IDE-ATAPI и SCSI. В качестве стримера может быть использован и бытовой видеомagneтофон. Для этого необходимо видеомagneтофон подключить к шине ISA ПК через интерфейсную плату «АрВид» (выпускаемую в России). Эта плата поддерживает на ленте многоуровневую иерархическую систему файлов с каталогами и имеет дружественный для пользователя интерфейс в стиле ОС с текстовыми меню (см. раздел «Операционные системы ПК» главы 10). Емкость стандартной видеокассеты составляет при этом от 1 до 2 Гбайт.

ПРИМЕЧАНИЕ

НМЛ обеспечивают самую меньшую стоимость хранения информации: примерно \$1 за 1 Гбайт, у дисков этот показатель равен \$8–10, а у флэш-карт достигает \$100.

Вопросы для самопроверки

1. Приведите классификацию запоминающих устройств ПК и дайте краткую характеристику отдельных классов.
2. Что такое и где используется статическая оперативная память, динамическая оперативная память?
3. Поясните назначение и классификацию кэш-памяти компьютера.
4. Поясните физическую структуру основной памяти.
5. Назовите и поясните основные типы модулей ОП.
6. Назовите основные типы оперативной памяти и поясните их.
7. Что такое ПЗУ, каково его назначение и в чем особенности ПЗУ типа Flash?
8. Поясните логическую структуру ОП.
9. Как адресуются ячейки ОП в реальном режиме работы микропроцессора?
10. Что такое виртуальная адресация и виртуальная память?
11. Опишите основные принципы организации файловой системы. Что такое атрибут файла, спецификация файла?
12. Как выполняется в ПК управление файлами?
13. Дайте краткую характеристику системы размещения информации на дисках.
14. Что такое таблица размещения файлов и как выполняется адресация фрагментированных файлов?
15. Дайте краткую характеристику накопителей на жестких магнитных дисках.
16. Дайте краткую характеристику дисковых массивов RAID.
17. Дайте краткую характеристику накопителей на гибких магнитных дисках.
18. Дайте краткую характеристику накопителей на оптических дисках CD.
19. Дайте краткую характеристику накопителей на оптических дисках DVD.
20. Дайте краткую характеристику накопителей на магнитооптических дисках.
21. Дайте краткую характеристику накопителей на магнитной ленте.

Глава 7 Внешние устройства ПК

Общая характеристика внешних устройств, их состав и классификация были рассмотрены в главе 3. Ниже более подробное внимание обращено на наиболее важные из них: видеотерминальные устройства, клавиатуры, мыши, принтеры, сканеры, плоттеры, дигитайзеры, а также средства мультимедиа.

Видеотерминальные устройства

Видеотерминальные устройства предназначены для оперативного отображения текстовой и графической информации в целях визуального восприятия ее пользователем. Видеотерминал состоит из видеомонитора (дисплея) и видеоконтроллера (видеоадаптера). Видеоконтроллеры входят в состав системного блока ПК (находятся на видеокарте, устанавливаемой в разъем материнской платы), а видеомониторы — это внешние устройства ПК. Видеомонитор, дисплей или просто монитор — устройство визуализации информации на экране. В стационарных ПК пока еще чаще всего экран представляет собой электронно-лучевую трубку (ЭЛТ), в портативных ПК он построен на плоских индикаторах. Видеоконтроллер предназначен для преобразования данных в сигнал, отображаемый монитором, и для управления работой монитора.

Видеомониторы на базе ЭЛТ

В состав монитора входят:

- электронно-лучевая трубка;
- блок разверток;
- видеоусилитель;
- блок питания и т. д.

Электронно-лучевая трубка (ЭЛТ, CRT, Cathode Ray Tube, катодно-лучевая трубка) представляет собой запаянную вакуумную стеклянную колбу, дно (экран)

которой покрыто слоем люминофора, а в горловине установлена электронная пушка, испускающая поток электронов. С помощью формирующей и отклоняющей систем поток электронов модулируется для отображения нужного символа и направляется на нужное место экрана. Энергия, выделяемая попадающими на люминофор электронами, заставляет его светиться. Светящиеся точки люминофора формируют изображение, воспринимаемое визуально.

В компьютерах применяются как монохромные, так и цветные мониторы.

Монохромные мониторы

Монохромные мониторы существенно дешевле цветных, имеют более четкое изображение и большую разрешающую способность, позволяют отобразить десятки оттенков «серого цвета», менее вредны для здоровья человека. Поэтому многие профессиональные программисты предпочитают именно их.

Среди монохромных чаще других используются:

- монохромные мониторы прямого управления, обеспечивающие высокую разрешающую способность при отображении текстовых и псевдографических символов, но не предназначенные для формирования графических изображений, построенных из отдельных пикселей; работают совместно только с монохромными видеоконтроллерами;
- композитные монохромные мониторы обеспечивают качественное отображение и символьной и графической информации при совместной работе с цветным графическим адаптером (но выдают, естественно, однотонное, чаще всего зеленое или янтарное, изображение).

Наибольшую разрешающую способность с хорошей передачей полутонов из применяемых в настоящее время мониторов имеют монохромные композитные мониторы с черно-белым изображением типа «paper white» (используемые часто в настольных издательских системах); их разрешающая способность при совместной работе с хорошим видеоадаптером превышает 1600 × 1200 пикселей.

Цветные мониторы

В цветном CRT-мониторе используются три электронные пушки, в отличие от одной пушки, применяемой в монохромных мониторах. Каждая пушка отвечает за один из трех основных цветов: красный (**Red**), зеленый (**Green**) и синий (**Blue**), путем смешивания которых создаются все остальные цвета и цветовые оттенки, вплоть до 16 миллионов разных оттенков, предусмотренных стандартом TrueColor. Люминофор цветной трубки содержит мелкие группы точек, в каждой из которых имеются три вида элементов (отсюда и название группы из люминофорных элементов — *триады*), светящихся этими основными цветами, а поток электронов от каждой электронной пушки направляется на соответствующие группы точек. Такие мониторы иногда называют RGB-мониторами, по первым буквам названия основных цветов, формирующих спектр.

Электронный луч, предназначенный для красных люминофорных элементов, не должен влиять на люминофор зеленого или синего цвета. Чтобы добиться такого

действия, используется специальная маска, структура которой зависит от типа кинескопов разных производителей, обеспечивающая дискретность (растрность) изображения.

ЭЛТ можно разбить на два класса:

- с дельтаобразным расположением электронных пушек;
- с планарным расположением электронных пушек.

Часто ЭЛТ (трубки) с планарным расположением электронных пушек называют также ЭЛТ с самосведением лучей, так как воздействие магнитного поля земли на три планарно расположенных луча практически одинаково, и при изменении положения трубки относительно этого поля не требуется производить дополнительные регулировки. В этих трубках применяются маски двух типов:

- «Shadow Mask» (тенева маска);
- «Slot Mask» (щелевая маска).

Теневая маска — это самый распространенный тип масок для CRT-мониторов. Теневая маска представляет собой металлическую сетку перед экраном стеклянной трубки с люминофорным слоем. Отверстия в металлической сетке обеспечивают точное попадание луча только на требуемые люминофорные элементы и только в определенных областях. Минимальное расстояние между люминофорными элементами одинакового цвета называется шагом точки (dot pitch). Теневая маска применяется во многих современных мониторах, в частности Hitachi, Panasonic, Samsung, Daewoo, LG, Nokia, ViewSonic.

Щелевая маска состоит из параллельных металлических проводников перед экраном стеклянной трубки с люминофорным слоем. Щели между проводниками обеспечивают точное попадание луча на требуемые полосы экрана. Люминофорные элементы расположены в вертикальных эллиптических ячейках, а маска сделана из вертикальных линий. Вертикальные полосы, фактически, разделены на эллиптические ячейки, которые содержат группы из люминофорных элементов трех основных цветов. Минимальное расстояние между двумя ячейками называется щелевым шагом (slot pitch). Щелевая маска используется, помимо мониторов фирмы NEC (разработчика данной технологии), в мониторах Panasonic с плоским экраном PureFlat и LG с плоским экраном Flatron.

Фирма Sony разработала плоские трубки с апертурной решеткой (Aperture Grill), которые более известны как трубки Trinitron. Апертурная решетка представляет собой металлическую решетку из вертикальных линий. Вместо эллиптических ячеек экран содержит серию нитей, состоящих из люминофорных элементов трех основных цветов, выстроенных в виде вертикальных полос. Такая система обеспечивает высокую контрастность изображения и хорошую насыщенность цветов, что вместе обеспечивает высокое качество мониторов с трубками на основе этой технологии. Маска, применяемая в трубках фирм Sony, а также STX, Mitsubishi, ViewSonic, представляет собой тонкую фольгу, на которой прорезаны тонкие вертикальные линии. Она держится на одной (в больших мониторах — на нескольких) горизонтальной проволочке-струне, тень от которой видна на экране. Эта проволочка применяется для гашения колебаний и называется демпфирующей (стабилизирующей) нитью (damper wire).

Минимальное расстояние между двумя одноцветными нитями на экране называется шагом полосы (strip pitch). Введенные выше понятия: «шаг точки», «щелевой шаг», «шаг полосы» можно связать с более распространенным общим термином «размер зерна», рассмотренным ниже.

В качестве *цветных мониторов* используются также композитные цветные мониторы, обеспечивающие и цвет, и графику, но с довольно низкой разрешающей способностью.

RGB-мониторы являются более качественными, обладающими высокой разрешающей способностью и графики и детализацией цвета, в них для каждого из основных цветовых сигналов отведен свой провод (в композитных — все три цветовых сигнала проходят по одному проводу).

RGB-мониторы работают совместно с цветным графическим контроллером.

Три типа видеомониторов: CD (Color Display), ECD (Enhanced CD) и PGS (Professional Graphics System), определяли стандарт цветных мониторов широкого применения, но в настоящее время заслуживают внимания только последние из них.

Виды развертки изображения на мониторе

Блок разверток может подавать в отклоняющую систему монитора напряжения разной формы, от которой зависит вид развертки изображения. Различают три типа разверток:

- растровую;
- матричную;
- векторную.

Растровая развертка представляет собой набор непрерывных горизонтальных линий, последовательно заполняющих весь экран, то есть весь экран сканируется последовательно строка за строкой. Такая развертка выполняется при подаче на горизонтальные (для строк) и вертикальные (для кадров) пластины отклоняющей системы напряжений пилообразной формы.

Матричная развертка отличается от растровой тем, что заполняющие экран горизонтальные линии не непрерывны, а состоят из отдельных точек. Электронный луч перемещается по экрану скачками от одного пиксела к другому. Такой эффект достигается при предварительном квантовании пилообразных напряжений, подаваемых в отклоняющую систему через цифро-аналоговые преобразователи. Обычно в составе такой системы имеются счетчики, что позволяет перемещать отклоняющий луч сразу в любую заданную точку экрана путем установки кодов в счетчиках строчной и кадровой развертки, соответствующих координатам нужного пиксела.

Векторная развертка используется для отображения на экране сложных фигур с помощью сплошных линий. Управление вертикальным и горизонтальным отклонением луча осуществляется с помощью набора функциональных генераторов, каждый из которых настроен на формирование определенного простого графического контура (примитива).

Цифровые и аналоговые мониторы

В зависимости от вида управляющего лучом сигнала мониторы бывают аналоговые и цифровые.

В аналоговых мониторах ручное управление строится на основе поворотных потенциометров, в цифровых — на основе кнопок. В цифровых мониторах удобно строится многоуровневое экранное меню, используются заранее установленные графические режимы, но аналоговые мониторы позволяют более качественно, с большим количеством полутонов и цветовых оттенков формировать изображение на экране в высококачественных стандартах (например, стандарт True Color, поддерживающий 16,7 млн цветовых оттенков, пока реализуется не во всех цифровых мониторах из-за необходимой большой разрядности шин).

Размер экрана монитора

Мониторы выпускаются с экранами разных размеров.

Размер экрана монитора задается обычно величиной его диагонали в дюймах: для IBM PC-совместимых ПК приняты типоразмеры экранов 12, 14, 15, 17, 19, 21 и 22 дюйма. Наиболее типичное значение размера экрана для 2003 года — 17 дюймов. Такие мониторы имеют хорошую разрешающую способность, существенно удобнее в работе и менее вредны для здоровья (оператор дальше отодвигается от экрана), но они и заметно дороже, чем их меньшие собратья. Мониторы с диагональю 14 дюймов еще широко используются на практике, но в продаже их уже почти нет, мониторы с диагональю 15 дюймов пока активно продаются, но былой популярностью уже не пользуются. Дело в том, что монитор — чрезвычайно вредный для здоровья человека компонент компьютера, и экономить деньги при его покупке не следует. Поэтому лучше иметь монитор с большим экраном.

Вертикальная (кадровая) развертка

Важной характеристикой монитора является частота его кадровой развертки. Смена изображений (кадров) на экране с частотой 25 Гц воспринимается глазом как непрерывное движение, но глаз при этом из-за *мерцания экрана* быстро устает. Для большей устойчивости изображения и снижения усталости глаза у современных качественных мониторов поддерживается частота смены кадров (регенерации экрана) не ниже 70–75 Гц; при этом частота строчной развертки достигает величины 40–50 кГц, и обеспечивается хорошая полоса частот видеосигнала — важный параметр, обуславливающий совместимость видеомонитора с видеоконтроллером (по четкости изображения).

Согласованию с видеоконтроллером для достижения устойчивости изображения подлежит и сама величина частоты кадровой развертки. В этом аспекте все мониторы можно разделить на три группы:

- мониторы с фиксированной частотой, которые поддерживают всего один режим изображения;
- мониторы с несколькими фиксированными частотами, поддерживающие несколько фиксированных режимов изображения;

□ мультичастотные мониторы, автоматически подстраивающиеся под видеоконтроллер и поддерживающие большое число видеорежимов (например, мультичастотные мониторы с частотами кадровой и строчной разверток соответственно 50–120 Гц и 30–60 кГц).

Оптимальной частотой кадровой развертки для 17-дюймовых мониторов с разрешением 1024 × 768 пикселей считается 85 Гц, ее все современные мониторы выдерживают с максимальной четкостью (резкостью); это значение обусловлено временем послесвечения люминофора.

Строчная развертка

Строчная развертка может быть *построчной* и *чересстрочной*, последняя позволяет получить большую разрешающую способность, но снижает вдвое фактическую кадровую частоту, то есть увеличивает мерцание экрана. Поэтому предпочтительнее построчная развертка (есть мониторы, работающие и в том, и в другом режимах, — при необходимости получения большего разрешения включается чересстрочная развертка).

Разрешающая способность мониторов

Видеомониторы обычно могут работать в двух режимах: текстовом и графическом.

В текстовом режиме изображение на экране монитора состоит из отображаемых символов расширенного набора ASCII, формируемых программным или аппаратным знакогенератором. В текстовом режиме возможно изображение простейших рисунков, диаграмм, рамок, составленных с использованием символов псевдографики.

При выводе символа на экран сначала определяются его координаты (номер строки и номер столбца), а затем по коду символа генерируется его форма, в которой он и высвечивается на экране.

Максимальное число символов, которое может быть отображено на экране, называется информационной емкостью экрана. В обычном режиме на экране размещается 25 строк по 80 символов в каждой из них, то есть информационная емкость составляет 2000 символов. В других режимах может отображаться 50 и 60 строк и 40 и 132 символа в строке.

В графическом режиме на экран выводятся видеоизображения, сложные схемы и чертежи, надписи с различным начертанием и размерами букв, формируемых из отдельных мозаичных элементов — пикселей (pixel — picture element).

Разрешающая способность мониторов нужна, прежде всего, в графическом режиме и связана с размером пиксела.

Измеряется разрешающая способность максимальным количеством пикселей, размещающихся по горизонтали и по вертикали на экране монитора. Зависит разрешающая способность как от характеристик монитора, так, даже в большей степени, и от характеристик видеоконтроллера. В общем случае каждому пикселу экрана соответствует несколько битов видеопамяти: для отображения 16,7 млн цветовых оттенков, например, требуется 24 бита.

Стандартные значения разрешающей способности современных мониторов: 640×480 , 800×600 , 1024×768 , 1280×1024 , 1600×1200 , 1800×1440 , 1920×1440 , 2048×536 , но реально могут быть и иные значения. Следует заметить, что чем больше разрешающая способность, тем меньше рабочая частота кадровой развертки у мультимастотных мониторов, но в любом случае она не должна быть меньше 65 Гц. Например, у монитора Sony Multiscan 20sf II частота кадров в видеорежиме 640×480 составляет 150 Гц, при 800×600 — 120 Гц, при 1024×768 — 100 Гц, при 1280×1024 — 80 Гц и при 1600×1200 — 67 Гц.

Из характеристик видеоконтроллера наиболее влияет на разрешающую способность и качество изображения на экране монитора объем его видеопамяти.

Наиболее важной характеристикой самого монитора, определяющей разрешающую способность и четкость изображения на экране, является размер зерна (точки, dot pitch) люминофора экрана монитора: чем меньше зерно, тем, естественно, выше четкость и тем меньше устает глаз. Величина зерна современных мониторов имеет значения от 0,25 до 0,28 мм. Строго говоря, определяется не диаметр зерна, а расстояние между центрами зерен.

Следует иметь в виду, что у мониторов с большим зерном не может быть достигнута высокая разрешающая способность. Например, экран с диагональю 14 дюймов имеет ширину 265 мм, для получения разрешающей способности 1024 точек по горизонтали размер зерна не должен превышать $265 / 1024 = 0,22$ мм, в противном случае пикселы сливаются и изображение не будет четким.

В табл. 7.1 указан обеспечивающий высокую четкость максимально допустимый размер зерна экрана мониторов некоторых типоразмеров для стандартных значений разрешающей способности.

Таблица 7.1. Максимально допустимый размер зерна (мм)

Разрешающая способность	Диагональ 14"	Диагональ 15"	Диагональ 17"	Диагональ 19"
640×480	0,35	0,38	0,43	0,50
800×600	0,28	0,30	0,34	0,40
1024×768	0,23	0,24	0,27	0,31
1280×1024	0,18	0,19	0,22	0,25

Частотная полоса пропускания

Ширина полосы пропускания частот имеет важное самостоятельное значение, поскольку от нее зависит четкость изображения на экране (очень часто на коробке от монитора указывается только это значение). Зная лишь ширину полосы пропускания (bandwidth) монитора, можно определить достаточно точно, может ли он работать в требуемом разрешении при необходимой частоте регенерации. Ширина полосы пропускания измеряется в мегагерцах и характеризует, какой может быть минимальная длительность импульса, соответствующего отображению одиночной точки на экране, и, следовательно, ее размер при предельных скоростях строчной развертки. Четкость изображения данных на экране зависит

от полосы пропускания не только ЭЛТ, но и видеоадаптера, то есть они должны быть согласованы.

Необходимая ширина полосы пропускания зависит от количества пикселей, отображаемых по вертикали и горизонтали, а также от частоты регенерации экрана. Предположим, что Y обозначает число пикселей по вертикали, X — число пикселей по горизонтали, а R — частота регенерации экрана. Чтобы учесть дополнительное время на синхронизацию по вертикали, умножим Y на коэффициент 1,05. Время, необходимое для горизонтальной синхронизации, соответствует примерно 30% от времени сканирования, поэтому используем коэффициент 1,3. В результате получим формулу для расчета ширины полосы пропускания монитора:

$$\text{Bandwidth} = 1,05 \cdot Y \cdot 1,3 \cdot X \cdot R.$$

Приведем пример. Если необходимо работать при разрешении 1280×1024 и частоте кадровой развертки 90 Гц, то требуемая ширина полосы пропускания монитора ориентировочно будет равна $1,05 \cdot 1024 \cdot 1280 \cdot 1,3 \cdot 90 = 161$ МГц.

Среди прочих характеристик мониторов следует отметить:

- наличие плоского (у некоторых моделей мониторов с диагональю 15 дюймов и выше) или выпуклого экрана (первый вариант предпочтительнее: близкое к прямоугольному изображение, меньшие блики); экраны некоторых моделей мониторов имеют специальное антибликовое покрытие;
- поддержка стандарта Plug and Play, реализуемая в мониторах аппаратно благодаря спецификации VESA на канал передачи DDC (Display Data Channel). DDC является каналом обратной связи монитор-адаптер: по нему монитор «сообщает» о своей марке, компании-производителе, серийном номере, частоте и режимах, в которых он может работать. По этой информации автоматически выбирается оптимальный режим работы монитора.

В табл. 7.2 приведены основные характеристики некоторых видеомониторов.

Таблица 7.2. Основные характеристики некоторых видеомониторов

Модель	Фирма	Диагональ, дюймов	Разрешение в пикселах	Зерно, мм	Частота кадров, Гц
SyncMaster	Samsung	14	1280×1024	0,28	60–100
SyncMaster	Samsung	17	1600×1200	0,26	66–120
ViewSonic	ViewSonic	15	1280×1024	0,28	66–100
Multiscan	Sony	15	1280×1024	0,25	60–120
Multiscan	Sony	17	1024×768	0,25	80–120
Studioworks	GoldStar	14	1024×768	0,28	60–75
GoldStar	GoldStar	17	1280×1024	0,28	60–80
CMC	Daewoo	15	1280×1024	0,28	60
Brilliance	Philips	15	1280×1024	0,28	75–80
PanaSync	NEC	15	1280×1024	0,27	65–134

Эргономичность электронно-лучевых мониторов

Эргономичность монитора определяется как удачным подбором таких характеристик, как качество картинки на экране, габариты, вес, дизайн монитора, так в большей степени его безвредностью для здоровья человека. Бывает, что персональный компьютер с цветным монитором на видном месте в офисе выполняет «представительские» функции, служит своеобразной визитной карточкой фирмы для клиентов и дорогостоящей игрушкой для персонала. Но для многих фирм и их сотрудников компьютер — действительно жизненно необходимый рабочий инструмент. А насколько этот инструмент в любом варианте вреден для жизни этих самых сотрудников, знают далеко не все. В США, например, ежедневное общение с ПК по вредности приравнивается к интенсивному курению.

Наиболее вредным для человеческого организма узлом ПК является видеомонитор (дисплей), хотя на здоровье активного пользователя сказываются не только постоянное напряжение глаз, но и длительное неизменное положение тела, и даже «дружественность общения с компьютером». Минздрав определил: «Персональные ЭВМ и видеотерминалы на электронно-лучевых трубках являются источниками широкополосных электромагнитных излучений: мягкого рентгеновского, ультрафиолетового, ближнего инфракрасного, радиочастотного, сверхвысокочастотного и инфранизкочастотного диапазона, а также электростатических полей».

Поэтому пользователям, ежедневно подолгу работающим на ПК, во избежание появления профессионального заболевания необходим постоянный медицинский контроль. Многие пользователи и не подозревают об этом, и, жалуясь на появившиеся головные боли и головокружения, депрессию и раздражительность, резь в глазах и прогрессирующую близорукость, бессонницу, отсутствие аппетита, редко связывают эти недомогания с волшебным сиянием экрана. Работа даже с высококлассным оборудованием портит пользователю зрение, слух и дыхательную систему, неблагоприятно воздействует на нервную систему. Комплекс электромагнитных излучений способствует появлению и кожной сыпи, и даже раковых опухолей. Следует заметить, что интенсивность многих излучений увеличивается с ростом частоты разверток монитора, но существенно уменьшается при хорошем экранировании; для электростатического поля первая зависимость не характерна. Самый страдающий от дисплея ПК орган человека, естественно, глаза. Существует даже понятие — «синдром компьютерного зрения» (СКЗ). Основные его симптомы: глаза устают, изображение двоится, глаза слезятся, нарушается восприятие цветов; в дальнейшем может развиваться близорукость и катаракта глаз. СКЗ стал основным заболеванием пользователей компьютеров во всем мире. По данным Американской оптометрической ассоциации, в США ежегодно около 10 миллионов человек обращаются к окулистам с этим заболеванием.

Надо сказать, что не только излучения являются причиной СКЗ. Пользователь читает с экрана дисплея информацию не в отраженном свете, как при работе с бумажным документом и вообще при восприятии любой другой «бытовой» информации, а в прямых лучах света, исходящих от дисплея. Поляризация этих лучей иная, непривычная для человека. Глаза пользователя перебегают с предметов окружающей обстановки на экран и обратно. Сотни, тысячи раз в день

глаза должны перестраиваться с одного способа чтения на другой, они перенапрягаются, устают.

Особую осторожность при работе с компьютером должны соблюдать беременные женщины и дети. Установлены нарушения протекания беременности у женщин, интенсивно работающих на ПК. По данным исследователей ряда стран (Испании, Канады, США, Швеции) у большинства таких женщин плод развивается аномально; дети рождаются преждевременно, часто с избыточным весом, гипогипертонусом, вероятны и дефекты развития головного мозга. У женщин, которые во время беременности проводили более 20 часов в неделю за компьютерным терминалом, вероятность ранних и поздних прерываний беременности (выкидышей) на 80 процентов выше, чем у выполняющих ту же работу без компьютера. У детей уже после первого часа работы за дисплеем наступает заметное ухудшение остроты зрения. Родителям следует принимать все меры, чтобы видеоигра не увеличивала накопившееся за день утомление, а способствовала отдыху ребенка.

Частично безопасность и комфортность работы за монитором можно обеспечить рациональной организацией рабочего места и внешними условиями. Не следует считать, что главная опасность для пользователя исходит от излучения лицевой части видеомонитора — экрана дисплея. Наиболее сильное излучение обычно имеет место от боковых и от задней стенки монитора. Поэтому ни в коем случае нельзя располагать места пользователей нескольких компьютеров друг напротив друга, или, еще хуже, друг за другом. Рекомендуемое расстояние между видеомониторами должно составлять не менее 2 м для задних стенок и не менее 1,2 м — для боковых. Помещение, где находятся компьютеры, должно быть достаточно просторным, с постоянным обновлением воздуха. Минимальная санитарная норма площади для одного дисплея — 6 м², минимальный объем — 20 м³.

Освещенность помещения при работе за дисплеем должна быть хорошей и приближаться по мере возможности к естественному дневному освещению, свет необходим рассеянный, не бликующий от экрана. Использовать для освещения одиночные близко расположенные к дисплею люминесцентные лампы не следует, так как пульсация в излучении этих ламп приводит как к дополнительной усталости глаз, так и к появлению так называемого стробоскопического эффекта, искажающего информацию на экране дисплея. Наиболее подходящими для освещения являются галогеновые источники света. Заслуживают внимания рекомендации американского офтальмолога Шиди пользователю ПК:

- установите на экран дисплея хороший защитный фильтр; сетчатых фильтров избегайте;
- экран должен находиться примерно на 20° ниже уровня глаз и на расстоянии примерно 65 см от глаз (даже если вы очень близорукий человек, не работайте с дисплеем, вода по экрану носом — может пострадать даже нос);
- экран разверните под прямым углом по отношению к окнам;
- освещенность экрана должна быть равна освещенности помещения (примерно 500–700 лк);
- избегайте яркого люминесцентного света;

- легче читаются темные буквы на светлом фоне;
- через каждые 10 минут отводите взгляд в сторону от экрана;
- при вводе информации в ПК с черновика, последний поместите поближе к экрану;
- посоветуйтесь с глазным врачом, нужны ли вам для работы за дисплеем особые очки (например перфорированные).

Хорошими поглотителями любых излучений считаются некоторые растения: от многих излучений они прекрасно развиваются. Поэтому нередко в офисах используют комнатные растения, кактусы и пальмы в кадках не столько для придания шарма интерьеру, как считают покупатели пластмассовых фикусов, сколько именно для снижения уровня излучений. Можно вам посоветовать следовать этой идее, если, конечно, вас не смущает труд по уходу за этими растениями.

В целом, подводя итоги, можно сказать, что:

- блики и мерцания экрана способствуют возникновению мигрени, близорукости, раздражительности и нервных стрессов;
- низкочастотное поле может явиться причиной кожных заболеваний, стрессов, нарушений в протекании беременности, выкидышей, нарушению репродуктивной функции и возникновению злокачественных опухолей;
- электростатическое поле способно изменять и прерывать клеточное развитие, вызывать помутнение хрусталика глаза — катаракту.

Связь между нарушениями здоровья и неблагоприятными факторами, имеющими место при работе на ПК (по материалам Всемирной организации здравоохранения — ВОЗ, № 99 «Видеодисплейные терминалы и здоровье пользователей», Женева, 1989 год), показана в табл. 7.3.

Таблица 7.3. Влияние вредных факторов на здоровье человека

Виды заболеваний	Ультрафиолетовое излучение	Мерцание изображения	Яркий свет от дисплея	Блики и отраженный свет	Статическое электрическое поле	Низкочастотное излучение	Рентгеновское излучение
Заболевания глаз	+	+	+	+	+	?	?
Кожные заболевания	?	-	-	-	+	-	-
Нарушения костно-мышечной системы	-	-	-	+	-	-	-
Нервные заболевания, стрессы	?	+	+	+	?	?	-
Осложнения беременности	?	?	-	-	?	+	+

Условные обозначения: + — связь есть, ? — связь возможна, — — связи нет.

Сейчас выпускаются в основном мониторы с низким уровнем излучения типа LR (Low Radiation), а некоторые и с защитой экрана от электростатических полей (мониторы типа AS — AntiStatic), но они должны удовлетворять и спецификациям стандартов, разработанных Шведским национальным советом по измерениям и тестированию. Первая спецификация MPR-1 устанавливала нормы в основном для электромагнитных полей — полоса частот 1–400 кГц, вторая, MPR-2, распространена и на электростатические поля, да и для электромагнитных в ней установлены существенно более жесткие нормы. Сейчас MPR-2 стала стандартом де-факто для всех качественных домашних мониторов.

Для профессиональных мониторов существуют еще более жесткие международные стандарты TCO-92, TCO-95 и TCO-99, определяющие как допустимые величины различных излучений и полей, так и качество картинки на экране, и даже режимы управления электропитанием мониторов.

Наиболее полно эти нормы определены в стандарте TCO-99. Рассмотрим его подробнее.

TCO-99 указывает требования к позиционной стабильности геометрических элементов изображения, то есть к отсутствию «дрожания» картинки: максимальная амплитуда колебаний элемента не должна превышать десятой части миллиметра.

Стандарт TCO-99

Требования, которые TCO-99 предъявляет к обычным электронно-лучевым (CRT) мониторам, делятся на шесть основных категорий. В первых двух объединены свойства, характеризующие визуальную эргономичность аппарата — четкость изображения и его стабильность. Четкость изображения оценивается по восьми параметрам:

- линейность — элементы изображения, образующие его столбцы и строки, должны быть выстроены по прямым и необрывающимся линиям; в противном случае изображение теряет четкость;
- ортогональность — геометрически правильное построение перпендикулярных линий;
- уровень яркости — обеспечение достаточной яркости экрана, при которой пользователю не приходится напрягать глаза для того, чтобы понять, что же на экране вырисовывается;
- равномерность освещенности — обеспечение одинакового уровня яркости экрана на всей активной зоне;
- контрастность экрана — достаточная разница в яркости между отдельным экраным символом и его окружением. Символ, не отличающийся по яркости от фона, крайне трудно прочесть;
- уровень отражения — учитывает степень отражения света от стекла монитора;
- варьированность температуры цвета — насыщенность белого света часто измеряют при помощи так называемой «температуры цвета»;
- равномерность цвета — визуальная характеристика, учитывающая, насколько однородно выглядит дисплей при 100-процентной заливке его белым цветом.

Показатели стабильности изображения описывают, насколько монитору удастся сохранить статическое изображение неизменным. В этот раздел внесены требования к скорости вертикальной развертки и рабочему разрешению.

Следующий раздел ТСО-99 связан с вопросами безопасности пользователя, касается того воздействия, которое монитор оказывает на окружающую среду, и факторов окружающей среды, воздействующих на стабильность работы монитора:

- ❑ влияние внешних магнитных полей — в ЭЛТ луч управляется при помощи магнитных полей, наличие рядом с работающим монитором источника электромагнитного излучения может привести к интерференции и в конечном итоге к разбалансировке изображения;
- ❑ радиационное излучение. Самый критичный для пользователя негативный фактор работы за электронно-лучевым монитором — это угроза радиационного облучения. Чем ближе уровень излучения монитора к естественному фоновому, тем безопасней это устройство для пользователя;
- ❑ электростатический потенциал — возникает в результате разницы потенциалов между катодом ЭЛТ и окружающей средой на поверхности экрана. Высокий уровень потенциала приводит, например, к тому, что на монитор «липнет» больше частиц пыли. ТСО-99 допускает наличие потенциала в пределах 0,5 В;
- ❑ переменные электрические поля — возникают между объектами, обладающими разными электрическими потенциалами. В нашем случае это монитор и сам пользователь;
- ❑ переменные магнитные поля — возникают между объектами, обладающими разными магнитными полями. В нашем случае это монитор и сам пользователь;
- ❑ режим энергосбережения. Стандарт ТСО-99 предусматривает два уровня энергосберегающей работы, с потреблением не более 15 и 5 Вт.

Пятая группа характеристик описывает электрическую безопасность монитора. Наконец, в состав стандарта входят и требования, предъявляемые к удобству настроек монитора.

Остановимся на других стандартах энергосбережения, которые используются в компьютерах.

Систему энергосбережения имеют мониторы типа G (Green). Они должны удовлетворять спецификации DPMS (Display Power Management Signaling), которая описывает метод выведения монитора из активного состояния по этапам:

- ❑ on (рабочий режим — 100–200 Вт);
- ❑ standby (режим ожидания — потребление энергии не более 30 Вт);
- ❑ suspend (приостановка работы — не более 8 Вт);
- ❑ off (отключение).

Существует также система управления энергопотреблением монитора, основанная на спецификации EPA (Environmental Protection Agency — агентство по защите окружающей среды при правительстве США) с названием Energy Star. Реализация этой спецификации позволяет снизить энергопотребление системы

в режиме бездействия на 60–80% по сравнению с тем, сколько монитор потребляет энергии при работе в высоком разрешении и при большой глубине цвета.

Защитные фильтры для мониторов и их выбор

Итак, даже если видеомонитор полностью удовлетворяет требованиям международного стандарта MPR-2 (дисплей Low Radiation), от его излучений желательна дополнительная защита. Предложений на этот счет множество. Американские специалисты, например, советуют располагаться от экрана не ближе, чем на вытянутую руку, чтобы соседние мониторы находились на расстоянии не менее 222 см. Но наиболее эффективным средством признаны используемые во всем цивилизованном мире экранные защитные фильтры.

Защитные фильтры для мониторов бывают следующих типов:

1. *Сеточные фильтры* практически не спасают от электромагнитного излучения и статического электричества, кроме того, они снижают контрастность изображения. Но они защищают (и хорошо защищают) от бликов внешнего освещения и мерцания экрана, что немаловажно для глаз.
2. *Пленочные фильтры* не ограждают от статического электричества, почти не защищают от низкочастотного электромагнитного поля, но повышают контрастность изображения, практически полностью поглощают ультрафиолетовое излучение и снижают уровень рентгеновского.

От бликов защищают только поляризационные пленочные фильтры. Наиболее известны поляризационные пленочные фильтры фирмы Polaroid — CP 50; некоторые из них существенно повышают контрастность и четкость изображения. Надо, правда, отметить, что покрытие поляризационных фильтров изготавливается на основе полиэфирных смол, являющихся недостаточно долговечными и прочными, что приводит к быстрому их физическому старению и разрушению. (Пленочные фильтры Polaroid CP 50 не следует путать со стеклянными поляризационными фильтрами Polaroid CP Universal, неплохо оберегающими и от статических и от электромагнитных полей.)

3. *Стеклянные фильтры* являются наиболее распространенными. Они бывают нескольких модификаций:

- простые стеклянные фильтры, как правило, азиатского происхождения (Depender GL14B, Optical glass), по своей эффективности примерно равнозначны сеточным фильтрам; многие из них не сопровождаются сертификатами качества и другой необходимой документацией;
- стеклянные фильтры с заземлением (фильтры Sepoms, Ergoline, Fuzzi, Looking Saver) существенно более эффективны: они частично снимают статический заряд, ослабляют электромагнитные поля, ультрафиолетовое излучение, повышают контрастность изображения; это наиболее популярные фильтры;
- стеклянные фильтры *полной защиты* (Ergostar, Xenium, Unus) — как правило, высококачественные изделия, изготовленные на основе оптического стекла с многослойным специальным покрытием, включающим

в себя и поляризационный фильтр: они устраняют статические поля, ультрафиолетовое излучение, значительно снижают электромагнитные поля и рентгеновское излучение, практически не дают бликов и повышают контрастность изображения, но они весьма дорогие;

- отечественные стеклянные фильтры типа *Global Shield* и *Defended Ergon* относятся также к классу полной защиты, по своим характеристикам не уступают лучшим зарубежным образцам, но в 2–3 раза дешевле; это сравнительно новые фильтры, а их качество подтверждено многими техническими заключениями и сертификатами: они тестировались в НИИ медицины труда, Шведским институтом защиты от излучений и Научно-исследовательским центром эргономики средств отображения, фильтры имеют Гигиенический сертификат и Сертификат Госстандарта России.

Характеристики некоторых защитных фильтров представлены в табл. 7.4.

Таблица 7.4. Характеристики некоторых защитных фильтров

Марка фильтра	Статическое поле, % пропускания	Электромагнитное поле, % пропускания 1/500 кГц	Остаточные блики, %	Пропускание излучения видимой области, %
Defender GL14B (Тайвань)	100	100/100	4,4	35
Sepoms F-14SB (Тайвань)	90	100/100	4,3	35
Polaroid CP-50 (США)	100	100/100	4,4	39
Polaroid CP Universal (США)	1	1/10	0,5	36
Unus AC-143 (Тайвань)	1	1/10	0,7	32
Focus Plus Medium (Дания)	1	1/10	0,4	45
ЗМ PF-400 (США)	3	1/1	0,3	45
Ergostar (Австрия)	1	1/5	0,4	43
Global Shield Platinum (РФ)	1	1/1	0,8	40
Global Shield Silver (РФ)	1	1/1	2	50
Defender Ergon АЗФ-1а (РФ)	1	2/2	0,5	50
Defender Ergon АЗФ-3а (РФ)	1	1/1	0,4	50

Видеомониторы на плоских панелях

Видеомониторы на плоских панелях (ВМПП) весьма разнообразны. Сейчас применяются:

- мониторы на жидкокристаллических индикаторах (LCD – Liquid Crystal Display);
- плазменные мониторы (PDP – Plasma Display Panels);
- электролюминесцентные мониторы (FED – Field Emission Display);
- светоизлучающие мониторы (LEP – Light Emitting Polymer).

Мониторы на жидкокристаллических индикаторах

Мониторы на жидкокристаллических индикаторах (ЖКИ, LCD – Liquid Crystal Display) – это цифровые плоские мониторы.

Эти мониторы используют специальную прозрачную жидкость, которая при определенных напряженностях электростатического поля кристаллизуется, при этом изменяются ее прозрачность, коэффициенты поляризации и преломления световых лучей. Эти эффекты и используются для формирования изображения. Конструктивно такой дисплей выполнен в виде двух электропроводящих стеклянных пластин, между которыми и помещается тончайший слой такой кристаллизующейся жидкости. В качестве источника света для задней или боковой подсветки экранов обычно используются флуоресцентные лампы с холодным катодом или электролюминесцентные панели.

LCD бывают с активной и пассивной матрицами.

В пассивной матрице каждый элемент экрана (пиксел) выбирается на перекрестии координатных управляющих прозрачных проводов, а в активной для каждого элемента экрана есть свой управляющий транзистор, поэтому их часто называют TFT-экранами (TFT – Thin Film Transistor, тонкопленочный транзистор).

Наряду с монохромными широко используются и цветные дисплеи. У цветных дисплеев каждый элемент изображения состоит из 3-х отдельных пикселов (R, G и B), покрытых тонкими светофильтрами соответствующих цветов. Современные дисплеи с активной матрицей поддерживают стандарт TrueColor, что позволяет отображать до 16,7 млн цветowych оттенков. Сами цвета достаточно глубокие и яркие.

Дисплей с активной матрицей имеют лучшую яркость и предоставляют возможность смотреть на экран даже с отклонением до 80° и более (то есть при угле обзора 160°) без ущерба качеству изображения, что невозможно в случае с пассивной матрицей, которая позволяет видеть качественное изображение только с фронтальной позиции по отношению к экрану. Заметим, что дорогие модели LCD-мониторов с активной матрицей обеспечивают угол обзора в 170°, и есть все основания предполагать, что технология будет и дальше совершенствоваться. На панели с активной матрицей можно отображать движущиеся изображения без видимого искажения, так как время реакции у них около 50 мс против 300 мс для пассивной матрицы, а контрастность изображения даже лучше, чем у CRT-мониторов. Следует отметить, что яркость отдельного элемента экрана остается неизменной на всем интервале времени между обновлениями картинки, а не представляет собой короткий импульс света, излучаемый элементом люминофора CRT-монитора сразу после прохождения по этому элементу электронного луча. Именно поэтому для LCD-мониторов достаточной является частота регенерации 60 Гц. Благодаря лучшему качеству изображений эта технология также используется и в применении к настольным компьютерам, что позволяет создавать компактные мониторы, менее опасные для нашего здоровья.

Эффективное разрешение у каждого LCD-монитора только одно, его называют native («родное»), оно неизменно и определяется размером и количеством пикселов, которые физически фиксированы. Именно в native-разрешении LCD-монитор

воспроизводит изображение лучше всего. Например, если LCD-монитор имеет native-разрешение 1024×768 , то на каждой из 768 линий расположено 1024 пиксела. Есть, правда, возможность использовать и более низкое, чем native, разрешение, прибегая к одному из двух методов:

- ❑ центрирование (centering) — для отображения берется только то количество пикселей, которое необходимо для формирования картинки с более низким разрешением. В результате изображение получается не во весь экран, а только в его середине. Все неиспользуемые пиксели остаются черными, то есть вокруг изображения образуется широкая черная рамка;
- ❑ растяжение (expansion) — при воспроизведении изображения с более низким, чем native, разрешением используются все пиксели, то есть изображение занимает весь экран. Однако из-за того, что изображение растягивается на весь экран, возникают небольшие искажения и ухудшается резкость.

Переход к нужному методу выполняется включением (expansion) или выключением (centering) режима Zoom — масштабирования изображения.

LCD-панель типа XGA имеет native-разрешение 1024×768 , а SXGA — 1280×1024 . Потребляемая и рассеиваемая мощность у LCD-мониторов существенно ниже, чем у CRT-мониторов.

Еще недавно проблемой LCD-экранов был их размер: с ростом диагонали дисплеев ухудшаются их остальные характеристики и резко увеличивается их стоимость. Но сейчас уже выпускаются для массового покупателя LCD-мониторы с диагональю 20 дюймов, а недавно разработчики представили модели TFT-LCD-мониторов с диагоналями 43 и 64 дюйма, хотя последние еще очень дороги. В табл. 7.5 приведены сравнительные характеристики TFT-LCD и CRT-мониторов.

Таблица 7.5. Сравнительные характеристики TFT-LCD и CRT-мониторов

Параметры	TFT-LCD monitor	CRT монитор
Разрешение	Одно разрешение с фиксированным размером пикселей. Оптимально монитор можно использовать только в этом разрешении	Поддерживаются различные разрешения. При всех разрешениях монитор можно использовать оптимальным образом. Ограничение накладывается только приемлемостью частоты регенерации
Частота кадров	Оптимальная частота 60 Гц, что достаточно для отсутствия мерцания	Только при частотах выше 75 Гц отсутствует явно заметное мерцание
Формирование изображения	Изображение формируется физическими пикселями. Шаг пикселей зависит только от размера самих пикселей, но не от расстояния между ними. Каждый пиксел формируется индивидуально, что обеспечивает хорошую фокусировку, ясность и четкость	Пиксели формируются группой точек или полосок. Четкость и ясность изображения зависят от размера зерна, размера экрана и выбранного разрешения

Параметры	TFT-LCD monitor	CRT монитор
Угол обзора	В настоящее время угол обзора составляет 140–170°	Отличный обзор под любым углом
Излучения и энергопотребление	Практически никаких опасных электромагнитных излучений нет. Уровень потребления энергии примерно на 70% ниже, чем у стандартных CRT-мониторов	Всегда присутствует электромагнитное излучение. Потребление энергии в рабочем состоянии примерно 80–100 Вт
Сфера применения	Стандартный монитор для мобильных ПК. В последнее время начинает использоваться и для настольных компьютеров	Стандартный монитор для настольных компьютеров

Вывод. Дисплей с активной матрицей обеспечивает лучшее качество: хорошую безынерционность, разрешающую способность, контрастность и яркость изображения, но он существенно более дорогой и сложный. Например, монитор, который может показывать изображение с разрешением 800 × 600 пикселей в режиме SVGA и только с тремя цветами, имеет 1 440 000 отдельных транзисторов.

В табл. 7.6 представлены размеры и разрешающая способность некоторых моделей современных LCD-мониторов.

Таблица 7.6. Размеры и разрешение некоторых LCD-мониторов

Модель	Фирма	Размеры, мм	Разрешающая способность, пикселей	Размер диагонали, см
Multi Sync LCD 200	NEC	344 × 340 × 171	1024 × 768	31
Proteus 26V	Microvitec	290 × 308 × 172	720 × 400	26
Pro Lite 35	Liyama	360 × 323 × 180	1024 × 768	35
Crystal Vision 650	Taxan	365 × 368 × 150	1024 × 768	37
PV114XG-AA	Pixel Vision	360 × 450 × 310	1024 × 768	35

Плазменные мониторы

В плазменных мониторах (PDP — Plasma Display Panels) изображение формируется сопровождаемыми излучением света газовыми разрядами в пикселях панели. Конструктивно панель состоит из трех стеклянных пластин, на две из которых нанесены тонкие прозрачные проводники: на одну пластину — горизонтально, на другую — вертикально. Между ними находится третья пластина, в которой в местах пересечения проводников двух первых пластин имеются сквозные отверстия, это и есть пиксели. Эти отверстия при сборке панели заполняются инертным газом: неонем или аргоном. При подаче высокочастотного напряжения на один из вертикально и один из горизонтально расположенных проводников в отверстиях, находящемся на их пересечении, возникает газовый разряд.

Плазма газового разряда излучает свет в ультрафиолетовой части спектра, который вызывает свечение частиц люминофора в диапазоне, видимом человеком.

Фактически, каждый пиксел на экране работает, как обычная флуоресцентная лампа (иначе говоря, лампа дневного света).

При разрешающей способности 512×512 пикселей панель имеет размеры порядка 200×200 мм, при 1024×1024 пиксела — 400×400 ; толщина панели порядка 6–8 мм.

Высокая яркость и контрастность наряду с отсутствием дрожания являются большими преимуществами таких мониторов. Кроме того, угол по отношению к нормали, под которым можно увидеть хорошее изображение на плазменных мониторах, существенно больше, чем 45° , как в случае с LCD-мониторами. Главными недостатками такого типа мониторов являются довольно высокая потребляемая мощность, возрастающая при увеличении диагонали монитора, и низкая разрешающая способность, обусловленная большим размером элемента изображения. Кроме этого, свойства люминофорных элементов быстро ухудшаются, и экран становится менее ярким, поэтому срок службы плазменных мониторов ограничен 10 000 часами (это около 5 лет в офисных условиях). Из-за этих ограничений такие мониторы используются пока только для конференций, презентаций, информационных щитов, то есть там, где требуются большие размеры экранов для отображения информации. Сейчас ведутся работы по созданию технологии PALC (Plasma Addressed Liquid Crystal), которая обещает соединить в себе преимущества плазменных и LCD-экранов с активной матрицей с целью эффективного использования PALC-панелей в компьютерах.

Электролюминесцентные мониторы

Электролюминесцентные мониторы (FED — Field Emission Display) в качестве панели используют две тонкие стеклянные пластины с нанесенными на них прозрачными проводами. Одна из этих пластин покрыта слоем люминофора. Пластины складываются так, что провода пластин пересекаются, образуя сетку. Между пересекающимися проводами образуются пиксели. На пару пересекающихся проводов подается напряжение, создающее электрическое поле, достаточное для возбуждения свечения люминофора в пикселе, находящемся в месте пересечения.

Светоизлучающие мониторы

В светоизлучающих мониторах (LEP — Light Emitting Polymer) в качестве панели используется полупроводниковая полимерная пластина, элементы которой под действием электрического тока начинают светиться. Конструкция панели примерно такая же, как панели FED, но через полупроводниковые пиксели пластины пропускается ток (а не создается электрическое поле). На сегодняшний день имеются монохромные (желтого свечения) LEP-дисплеи, приближающиеся по эффективности к дисплеям LCD, но уступающие им по сроку службы.

Удалось создать органический полупроводник, имеющий широкий спектр излучения — в диапазоне от синего до инфракрасного с эффективностью (коэффициентом полезного действия по мощности) излучения порядка 1%. Многие фирмы (CDT, Seiko-Epson и др.) планируют создать на основе этого материала полно-размерный цветной дисплей. Прототип цветного дисплея был создан с использо-

ванием красных, синих и зеленых полимерных материалов CDT с нанесением на подложку экрана по технологии струйной печати. Качество отображения цвета нового экрана аналогично качеству жидкокристаллических дисплеев (LCD).

Достоинства LEP-панелей:

- ❑ пластик сам излучает свет, поэтому не нужна подсветка, как в LCD-мониторе;
- ❑ LEP-монитор обеспечивает 180-градусный угол обзора;
- ❑ LEP-дисплеи работают при низком напряжении питания (менее 3 В) и имеют малый вес и их можно использовать в портативных ПК.

LEP-дисплей обладает крайне малым временем переключения (менее 1 мкс), он годится для воспроизведения видеoinформации.

Видеоконтроллеры

Видеоконтроллеры (видеоадаптеры) являются внутрисистемными устройствами, преобразующими данные в сигнал, отображаемый монитором, и непосредственно управляющими мониторами и выводом информации на их экран. Видеоконтроллер содержит: графический контроллер, растровую оперативную память (видеопамять, хранящую воспроизводимую на экране информацию), микросхемы ПЗУ, цифро-аналоговый преобразователь.

Контроллер (специализированный процессор) формирует управляющие сигналы для монитора и управляет выводом закодированного изображения из видеопамяти, регенерацией ее содержимого, взаимодействием с центральным процессором. Контроллер с аппаратной поддержкой некоторых функций, позволяющей освободить центральный процессор от выполнения части типовых операций, называется *акселератором* (ускорителем). Акселераторы эффективны при работе со сложной графикой: многооконным интерфейсом, трехмерной (3D) графикой и т. п. Основными компонентами специализированного процессора являются: SVGA-ядро, ядро 2D-ускорителя, ядро 3D-ускорителя, видеоядро, контроллер памяти, интерфейс системной шины, интерфейс внешнего порта ввода-вывода. Аппаратно большая часть этих компонентов реализуется на одном кристалле видеоконтроллера.

Поясним некоторые компоненты.

- ❑ 2D-ускоритель — устройство, осуществляющее обработку графики в двух координатах на одной плоскости;
- ❑ 3D-ускоритель — устройство, осуществляющее формирование и обработку трехмерных (3D) изображений. В процессе формирования 3D-изображения аппаратный 3D-ускоритель взаимодействует с программным обеспечением.

Сам же процесс имеет несколько этапов:

- ❑ определение состояния объектов;
- ❑ определение соответствующих текущему состоянию геометрических трехмерных моделей;
- ❑ разбиение этих моделей на простые элементы — графические примитивы, в качестве которых чаще используют треугольники (именно на этом этапе подключается аппаратный 3D-ускоритель);

- преобразование параметров примитивов в целочисленные значения, с которыми работают аппаратные компоненты;
- закрапка примитивов и финальная обработка.

Основные аппаратные элементы 3D-ускорителя: геометрический процессор, механизм установки и механизм закрапки примитивов. Характеристиками ускорителей являются максимальная пропускная способность (треугольников в секунду), максимальная производительность закрапки (точек в секунду), скорость (кадров в секунду).

Важная характеристика — емкость видеопамати, она определяет количество хранимых в памяти пикселей и их атрибутов. Видеоконтроллер должен обеспечить естественное качественное изображение на экране монитора, что возможно при большом числе воспроизводимых цветовых оттенков, высокой разрешающей способности и высокой скорости вывода изображения на экран.

Под разрешающей способностью здесь (так же как и для мониторов) понимается то количество выводимых на экран монитора пикселей, которое может обеспечить видеоконтроллер. При разрешении 1024×768 на экран должно выводиться 786 432 пикселя, а при разрешении 2048×1536 — 3 145 728 пикселей. Для каждого пикселя должна храниться и его характеристика — атрибут.

Количество воспроизводимых цветовых оттенков (глубина цвета) зависит от числа двоичных разрядов, используемых для представления атрибута каждого пикселя. Выделение 4 битов информации на пиксель (контроллеры CGA) позволяло отображать $2^4 = 16$ цветов, 8 битов (контроллеры EGA и VGA) — $2^8 = 256$ цветов, 16 битов (стандарт HighColor), 24 и 25 битов (стандарт TrueColor в контроллерах SVGA), соответственно, $2^{16} = 65\,536$, $2^{24} = 16\,777\,216$ и $2^{25} = 33\,554\,432$ цветов. В стандарте TrueColor в отображении каждого пикселя обычно участвуют 32 бита, из них 24 или 25 нужны для характеристики цветового оттенка, а остальные — для служебной информации.

Необходимую емкость видеопамати для работы с графикой можно приблизительно сосчитать, умножив количество байтов атрибута на количество пикселей, выводимых на экран. Например, в стандарте TrueColor при разрешающей способности монитора 1024×768 пикселей емкость видеопамати должна быть не менее 2,5 Мбайт, а при разрешении 2048×1536 — не менее 9,5 Мбайт. При работе с текстом необходимая емкость видеопамати существенно меньше.

Скорость вывода изображения на экран зависит от скорости обмена данными видеопамати со специализированным процессором, цифро-аналоговым преобразователем и, в несколько меньшей степени, с центральным процессором.

Для увеличения скорости обмена данными используются:

- увеличение разрядности и тактовой частоты внутренней шины видеоконтроллера (вплоть до 256 разрядов и 600 МГц);
- новейшие, быстродействующие типы оперативной памяти. В качестве видеопамати в контроллерах могут применяться различные типы памяти DRAM, как универсальные: SDRAM, DRDRAM, DDR SDRAM, так и особенно быстрые специализированные: SGRAM (синхронная графическая), VRAM и WRAM (двухпортовые типы видеопамати), 3D RAM (трехмерная) и т. д.

Скорость обмена данными с центральным процессором определяется пропускной способностью шины, через которую осуществляется обмен. В современных компьютерах вместо шины PCI используется более скоростная шина AGP (в частности AGP 4x).

Поскольку в мониторы необходимо подавать аналоговый видеосигнал, для преобразования цифровых данных, хранимых в видеопамати, в аналоговую форму, в видеоконтроллере предусмотрен цифро-аналоговый преобразователь RAMDAC. Он отвечает за формирование окончательного изображения на мониторе. RAMDAC преобразует результирующий цифровой поток данных, поступающих от видеопамати, в уровни интенсивности, подаваемые на соответствующие электронные пушки трубки монитора — красную, зеленую и синюю. Помимо цифро-аналоговых преобразователей для каждого цветового канала (красного, зеленого, синего), RAMDAC имеет встроенную память для хранения данных о цветовой палитре и т. д. Такие характеристики RAMDAC, как его частота и разрядность, также непосредственно определяют качество изображения.

От частоты зависит, какое максимальное разрешение и при какой частоте кадровой развертки монитора сможет поддерживать видеоконтроллер. Разрядность определяет, сколько цветов может поддерживать видеоконтроллер. Наиболее распространено 8-битовое представление характеристики пиксела на каждый цветовой канал монитора (суммарная разрядность 24).

В видеоконтроллере имеются микросхемы ПЗУ двух типов:

- содержащие видеоBIOS — базовую систему ввода-вывода, используемую центральным процессором для первоначального запуска видеоконтроллера;
- содержащие сменные матрицы знаков, выводимых на экран монитора.

Многие видеокарты имеют электрически перепрограммируемые ПЗУ (EEPROM, Flash ROM), допускающие перезапись информации пользователем под управлением специального драйвера, часто поставляемого вместе с видеоадаптером. Таким образом можно обновлять и видео-BIOS, и экранные шрифты.

Основные характеристики видеоконтроллера:

- режимы работы (текстовый и графический);
- воспроизведение цветов (монохромный и цветной);
- число цветов или число полутонов (в монохромном);
- разрешающая способность (число адресуемых на экране монитора пикселов по горизонтали и вертикали);
- емкость и число страниц в буферной памяти (число страниц — это число запоминаемых текстовых экранов, любой из которых путем прямой адресации может быть выведен на отображение в мониторе);
- размер матрицы символа (количество пикселов в строке и столбце матрицы, формирующей символ на экране монитора);
- разрядность шины данных, определяющая скорость обмена данными с системной шиной, и т. д.

Общепринятый стандарт формируют следующие видеоконтроллеры:

- Hercules — монохромный графический адаптер;
- MDA — монохромный дисплейный адаптер (Monochrome Display Adapter);
- MGA — монохромный графический адаптер (Monochrome Graphics Adapter);
- CGA — цветной графический адаптер (Color Graphics Adapter);
- EGA — улучшенный графический адаптер (Enhanced Graphics Adapter);
- VGA — видеографический адаптер (Video Graphics Adapter), часто его называют видеографической матрицей (Video Graphics Array);
- SVGA — улучшенный видеографический адаптер (Super VGA);
- PGA — профессиональный графический адаптер (Professional GA).

Минимально допустимые характеристики основных типов видеоконтроллеров приведены в табл. 7.7.

Таблица 7.7. Видеоконтроллеры для IBM PC

Параметр	Тип видеоконтроллера				
	MGA	CGA	EGA	VGA	SVGA
Разрешающая способность (пикселей по горизонтали и по вертикали)	720 × 350	320 × 200 640 × 200	640 × 350 720 × 350	640 × 480 720 × 350	800 × 600 1024 × 768
Максимальное число цветовых оттенков		16	256	256	256
Число строк и столбцов (в текстовом режиме)	80 × 25	80 × 25	80 × 25	80 × 25 (80 × 50)	80 × 25 (80 × 50)
Емкость видеобuffers (Кбайт)	64	128	128/512	256/512	512/1024
Число страниц в буфере (в текстовом режиме)	1	4	4–8	8	8
Размер матрицы символа (пикселей по горизонтали и по вертикали)	14 × 9	8 × 8	8 × 8 14 × 8	8 × 8 14 × 8	8 × 8 14 × 8
Частота кадров не меньше (Гц)	50	60	60	60	70

В настоящее время выпускаются и практически используются только видеоконтроллеры типа SVGA.

Современные SVGA-видеоконтроллеры поддерживают разрешение до 2048 × 1536, число цветовых оттенков более 16,7 млн (наиболее «продвинутые» 32-разрядные — более 33 млн), имеют емкость видеобuffers до 64 Мбайт.

Видеоконтроллер устанавливается на материнской плате, как видеокарта — в свободный разъем AGP или PCI. Некоторые видеокарты имеют вход для подклю-

чения телевизионной антенны (TV in) и тюнер, то есть позволяют через ПК просматривать телепередачи, видеофильмы с видеомагнитофона и видеокамеры; ряд видеокарт имеют разъем для подключения телевизора (TV out) для просмотра видео.

Клавиатура

Клавиатура — важнейшее для пользователя устройство, с помощью которого осуществляется ввод данных, команд и управляющих воздействий в ПК. На клавишах нанесены буквы латинского и национального алфавитов, десятичные цифры, математические, графические и специальные служебные символы, знаки препинания, наименования некоторых команд, функций и т. д. В зависимости от типа ПК, назначение клавиш, их обозначение и размещение может варьироваться. Чаще всего клавиатура содержит 101 клавишу, но встречаются еще и старые клавиатуры с 84 клавишами и новые, удобные для использования в системе Windows клавиатуры с 104 клавишами. Имеются клавиатуры со встроенными манипуляторами типа трекбол (trackball) и т. д. Появилось сообщение фирмы Data Hand Systems о разработке эргономичной, сокращающей движения руки 5-клавишной клавиатуры: 4 клавиши для ввода букв и цифр и 1 клавиша манипулятора. Каждая клавиша имеет 5 направлений движения: влево, вправо, вперед, назад и вниз. При работе кисть руки удобно лежит в специальном углублении, а клавишами управляют лишь кончики пальцев.

Типичная адаптированная под русский алфавит клавиатура ПК IBM PC, содержащая 101 клавишу, показана на рис. 7.1.

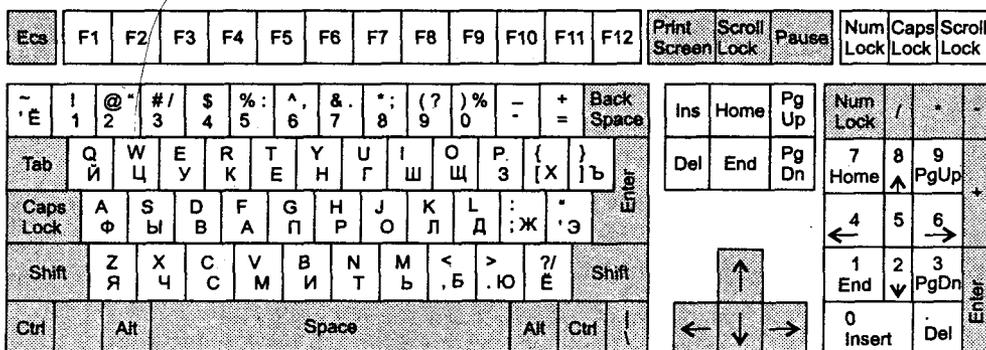


Рис. 7.1. Типовая клавиатура IBM PC с русским алфавитом

Все клавиши можно разбить на следующие группы:

- буквенно-цифровые клавиши, предназначенные для ввода текстов и чисел;
- клавиши управления курсором; эта группа клавиш может быть использована также для ввода числовых данных, просмотра и редактирования текста на экране;

- специальные управляющие клавиши: переключение регистров, прерывание работы программы, вывод содержимого экрана на печать, перезагрузка ПК и т. д.;
- функциональные клавиши, широко используемые в сервисных программах в качестве управляющих клавиш.

Буквенно-цифровые клавиши занимают центральную часть клавиатуры. Расположение букв и цифр на клавишах соответствует расположению их на клавиатуре пишущей машинки. Латинские буквы на клавиатуре расположены по стандарту QWERTY, названному так по последовательности первых шести букв в верхнем ряду буквенной клавиатуры. Для русского алфавита размещение буквенно-цифровых клавиш соответствует расположению клавиш на пишущих машинках с русским шрифтом — стандарт ЙЦУКЕН (первые шесть букв в верхнем ряду буквенной клавиатуры). Для обеспечения ввода с клавиатуры русских букв необходим соответствующий драйвер, который должен быть предварительно загружен в оперативную память и оставаться в ней резидентно. Переключение клавиатуры в режим ввода русских букв (символов кириллицы) и обратный переход на ввод латинских букв осуществляется нажатием одной или двух специальных клавиш: для разных драйверов по-разному, но чаще всего *Ctrl* или *Shift*.

Для алфавитно-цифровых клавиш существует понятие регистра, то есть режима их использования. Имеется две пары регистров: *верхний-нижний* и *латиница-кириллица*. В верхнем регистре вводятся прописные (заглавные) буквы, а в нижнем — строчные (маленькие); а также специальные символы и цифры, помещенные соответственно на верхней и нижней части клавиши. Регистры могут использоваться в различных сочетаниях, например, верхний латинский, нижний русский и т. п.

Выбор режима нижний-верхний производится при помощи клавиши *Caps Lock* (*Capitals Lock* — фиксация прописных букв) и *Shift* (сдвиг, замена). Клавиша *Caps Lock* закрепляет режим ввода прописных или строчных букв. В режиме прописных букв («верхний») светится индикатор *Caps Lock* в верхней правой части клавишной панели. Клавиша *Shift* изменяет режим клавиатуры на противоположный, пока она нажата.

Клавиши управления курсором расположены в правой части панели клавиатуры. Для удобства работы они продублированы и состоят из трех групп:

- малая цифровая клавиатура;
- клавиши просмотра текста на экране и его редактирования;
- клавиши управления курсором.

Клавиши малой цифровой клавиатуры могут быть использованы в двух режимах:

- в режиме управления курсором;
- в режиме ввода цифр, знаков математических операций и точки.

Выбор режима производится при помощи клавиши *Num Lock* (*Number Lock* — фиксация цифр) и *Shift*. Клавиша *Num Lock* закрепляет режим ввода цифр, а *Shift* изменяет режим клавиатуры на противоположный, пока она нажата.

В режиме *ввода цифр*, математических знаков и точки светится индикатор Num Lock в верхней правой части клавишной панели, и клавиши имеют назначение, показанное в табл. 7.8.

Таблица 7.8. Назначение клавиш в режиме ввода цифр

Клавиша	Назначение	Клавиша	Назначение
+	Сложение	/	Деление
-	Вычитание	.	Ввод точки
*	Умножение	0-9	Ввод соответствующих цифр

Назначение клавиш в режиме *управления курсором*¹ показано в табл. 7.9.

Таблица 7.9. Назначение клавиш в режиме управления курсором

Клавиша	Назначение
←	Перемещение курсора влево на одну позицию при кратковременном нажатии; при длительном нажатии курсор перемещается влево непрерывно
↑	Перемещение курсора вверх на одну позицию при кратковременном нажатии; при длительном нажатии курсор перемещается вверх непрерывно
→	Перемещение курсора вправо на одну позицию при кратковременном нажатии; при длительном нажатии курсор перемещается вправо непрерывно
↓	Перемещение курсора вниз на одну позицию при кратковременном нажатии; при длительном нажатии курсор перемещается вниз непрерывно
Home	Перемещение курсора в первую позицию строки (Home — в начало)
End	Перемещение курсора в последнюю позицию строки (End — в конец)
PgUp	Перемещение по тексту в направлении его начала на одну страницу (обычно на 25 строк), то есть возврат на одну страницу (Page Up — страница вверх)
PgDn	Перемещение по тексту в направлении его конца на одну страницу, то есть продвижение вперед на одну страницу (Page Down — страница вниз)
Ins	Переключение клавиатуры из режима замены в режим вставки и обратно; в режиме вставки каждый вновь введенный символ помещается перед символом, на который указывает курсор; часть же строки, расположенная правее курсора, сдвигается на одну позицию вправо (Insert — вставить)
Del	Удаление на экране указанного курсором символа; при этом часть строки, расположенная правее курсора, сдвигается на одну позицию влево, исключая разрыв строки (Delete — удалить)

Специальные управляющие клавиши (их называют также служебными) расположены вокруг группы алфавитно-цифровых клавиш (табл. 7.10).

¹ Курсором, управляемым с клавиатуры, является значок (обычно это узкий мерцающий прямоугольник или жирная черта), указывающий позицию на экране дисплея, в которой будет отображаться очередной выведенный на экран символ.

Таблица 7.10. Специальные управляющие клавиши

Клавиша	Назначение
Esc	Отмена каких-либо действий и/или выхода из программы, подмену и т. п. (Escape — выход)
Ctrl	Клавиша используется совместно с другими клавишами, изменяя их действия (Control — управление)
Alt	Клавиша используется совместно с другими клавишами, изменяя их действия (Alter — изменять)
Enter	Клавиша ввода информации и возврата каретки, служит для завершения ввода очередной строки информации (Enter — ввод)
Backspace	Возврат на одну позицию по экрану влево с удалением предыдущего символа (Backspace — пробел назад)
Tab	Перемещение курсора вправо на задаваемое по запросу количество позиций или перемещение, заранее predeterminedное выполняемой программой (Tabulation — табуляция)
Shift	Клавиша смены регистра (Shift — сдвиг)
Print Scrn	Распечатка на принтере информации, выведенной на экран (Print Screeп — печать экрана)
Caps Lock	Фиксация прописных-строчных букв (Caps Lock — фиксация прописных букв)
Num Lock	Фиксация режимов работы малой цифровой клавиатуры (Numeric Lock — фиксация цифр)
Scroll Lock	Переключение режима вывода на экран дисплея; при включении прокрутки светится соответствующий индикатор в верхней правой части панели (Scroll Lock — фиксация прокрутки)
Pause/Break	Прерывание (приостановка) выполнения программ и процедур, например, вывода информации на экран; для продолжения выполнения приостановленной программы нужно нажать любую клавишу (Pause/Break — пауза/прерывание)

Некоторые важные специальные комбинации клавиш (клавиши нажимаются одновременно) приведены в табл. 7.11.

Таблица 7.11. Специальные комбинации клавиш

Клавиши	Назначение
Ctrl+Alt+Del	Перезагрузка компьютера
Ctrl+Break	Прекращение работы выполняемой программы
Ctrl+C	Прекращение работы выполняемой программы
Ctrl+Num Lock	Приостановка выполнения программы
Ctrl+S	Приостановка выполнения программы

Функциональные клавиши F1–F12 размещены в верхней части клавиатуры. Эти клавиши предназначены для различных специальных действий; для каждого программного продукта они имеют свое назначение.

В большинстве программ принято, что клавиша F1 (клавиша Help — помощь) связана с вызовом справки. При входе в программу по F1 выдается общая подсказка с кратким описанием вариантов функционирования программы и назначением функциональных клавиш в ней. При работе с программой по нажатию F1 предоставляется контекстно-зависимая помощь, то есть подсказка по тому режиму, по той функции, которая программой реализуется в данный момент.

Блок клавиатуры в настольных ПК конструктивно выполнен автономно от основной платы компьютера и, кроме клавиатуры, содержит контроллер клавиатуры, состоящий из буферной памяти и схемы управления. Он подключается к системной плате с помощью 4-проводного интерфейса (линии интерфейса используются для передачи, соответственно, тактовых импульсов, данных, напряжения питания +5 В, последний — «земля»). Для клавиатур существует несколько вариантов интерфейсов: стандартный разъем DIN, разъем PS/2, инфракрасный порт (IrDA), интерфейс USB. Чаще всего используются интерфейсы DIN и PS/2, но самым перспективным является интерфейс USB.

Из «экзотических» клавиатур следует отметить:

- беспроводную клавиатуру, позволяющую свободно перемещаться по комнате и работать на компьютере в любом удобном месте, даже лежа на диване; беспроводные клавиатуры для передачи сигналов используют лучи инфракрасного диапазона (интерфейс IrDA), которые принимаются специальным устройством, непосредственно подключенным к компьютеру;
- гибкую резиновую клавиатуру, красивую разноцветную — она бесшумна, надежна (успешно сопротивляется различным механическим и химическим воздействиям); очень тонкая, может быть свернута в виде цилиндра;
- клавиатуры с идентификацией пользователя по «отпечаткам пальцев» и силе нажатия;
- многофункциональные клавиатуры с элементами телекоммуникационных систем и т. д.

Контроллер клавиатуры осуществляет:

- сканирование (опрос) состояния клавиш;
- буферизацию (временное запоминание) до 20 отдельных кодов клавиш на время между двумя соседними опросами клавиатуры со стороны МП;
- преобразование с помощью программируемых системных таблиц (драйвера клавиатуры) кодов нажатия клавиш (SCAN-кодов) в коды ASCII;
- тестирование (проверку работоспособности) клавиатуры при включении ПК.

При нажатии и отпускании клавиши в буферную память контроллера клавиатуры поступает код нажатия или отпускания (соответственно, 0 или 1) в седьмой бит байта и номер клавиши или ее SCAN-код в остальные 7 битов. При поступлении

любой информации в буферную память посылается запрос на аппаратное прерывание, инициируемое клавиатурой. При выполнении прерывания SCAN-код преобразуется в код ASCII, и оба кода (SCAN-код и ASCII-код) пересылаются в соответствующее поле ОЗУ машины. При этом по наличию кода отпущения проверяется, все ли клавиши отпущены в момент нажатия следующей клавиши (это необходимо для организации совместной работы с клавишами Shift, Ctrl, Alt и др.

Контроллер клавиатуры организует и автоматическое повторение клавишной операции: если клавиша нажата более 0,5 с, то генерируются повторные коды нажатия клавиши через регулярные интервалы так, как если бы вы клавишу нажимали повторно.

ПРИМЕЧАНИЕ

Любой ASCII-символ может быть введен с клавиатуры путем набора на малой цифровой клавиатуре (справа на рис. 7.1) десятичного кода, равного шестнадцатеричному ASCII-коду, с одновременным нажатием (и удержанием на время набора) клавиши Alt. Таким образом можно ввести любой управляющий символ и символ псевдографики, показанный в таблице ASCII-кодов. Например, для ввода символа © следует держать нажатой клавишу Alt и набрать число 0169, после отпущения клавиш на экран выведется символ ©.

Графический манипулятор мышь

Следует кратко остановиться и на другом типе устройств ручного ввода информации в ПК. Речь идет о графических манипуляторах, в качестве которых используются: трекболы, трекпойнты, трекпады, джойстики, световые перья и карандаши, но чаще всего используются мыши.

Мышь (mouse) представляет собой электронно-механическое устройство, с помощью которого осуществляется дистанционное управление курсором на экране монитора. При перемещении манипулятора типа мышь по столу или другой поверхности на экране монитора соответствующим образом передвигается и курсор. Принцип работы мыши основан на преобразовании вращательного движения шарика по двум осям через оптический или электрический конвертор в серию цифровых сигналов (импульсов), пропорциональных скорости перемещения.

Мыши бывают двухкнопочные и трехкнопочные. Для большинства видов программ достаточно двух кнопок. Имеются мыши, специально ориентированные для работы в Интернете, с дополнительной третьей кнопкой (колесиком), применяемой для вертикального скроллинга (прокрутки) страницы в окне программы.

В настоящее время выпускаются мыши с интерфейсами COM, PS/2, USB и IrDA. Мыши с интерфейсом IrDA (инфракрасный порт) не имеют «хвоста» и передают сигналы на приемник, подключенный к компьютеру, с помощью лучей инфракрасного диапазона.

Принтеры

Печатающие устройства (принтеры) — это устройства вывода данных из компьютера, преобразующие ASCII-коды и битовые последовательности в соответствующие им символы и фиксирующие их на бумаге.

Принтеры являются наиболее развитой группой ВУ ПК, насчитывающей до 1000 различных модификаций. Принтеры различаются между собой по:

- цветности (черно-белые и цветные);
- способу формирования символов (знакопечатающие и знаковосинтезирующие);
- принципу действия (матричные, струйные, лазерные, термические и др.);
- способу печати (ударные, безударные) и формирования строк (последовательные, параллельные);
- ширине каретки (с широкой 375–450 мм и узкой 250 мм кареткой);
- длине печатной строки (80 и 132–136 символов);
- набору символов;
- скорости печати;
- разрешающей способности и т. д.

Внутри ряда групп можно выделить по несколько разновидностей принтеров; например, широко применяемые матричные знаковосинтезирующие принтеры по принципу действия могут быть ударными, термографическими, электрографическими, электростатическими, магнитографическими и т. д.; собственно говоря, и струйные принтеры также являются матричными.

Среди ударных принтеров наиболее распространены игольчатые (матричные), но в локальном варианте, без компьютера, еще встречаются и литерные, шаровидные, лепестковые (типа «ромашка») и т. д.

Печать у принтеров может быть посимвольная, построчная, постраничная. Скорость печати варьируется от 10–300 знаков/с (ударные принтеры) до 500–1000 знаков/с и даже до 20 страниц в минуту (безударные лазерные принтеры); разрешающая способность — от 3–5 точек на мм до 30–40 точек на мм (лазерные принтеры).

Принтеры могут работать в двух режимах — текстовом и графическом:

- в *текстовом режиме* на принтер посылаются коды символов, которые следует распечатать, причём контуры символов выбираются из знаковогенератора принтера;
- в *графическом режиме* на принтер пересылаются коды, определяющие последовательность и местоположение точек изображения.

Для текстовой печати в общем случае имеются следующие режимы, характеризующиеся различным качеством печати:

- режим черновой печати (Draft);
- режим печати, близкий к типографскому (NLQ — Near Letter Quality);

- режим с типографским качеством печати (LQ — Letter Quality);
- сверхкачественный режим (SLQ — Super Letter Quality).

В текстовом режиме принтеры обычно поддерживают несколько шрифтов и их гарнитур, среди которых получили широкое распространение roman (мелкий шрифт пишущей машинки), italic (прямой курсив), bold-face (полужирный), expanded (растянутый), elite (полусжатый), condensed (сжатый), pica (пика или цигеро — прямой шрифт с кеглем 12 пунктов), courier (курьер), san-serif (рубленный шрифт сансериф), serif (сериф), prestige elite (престиж-элита) и пропорциональный шрифт (ширина поля, отводимого под символ, зависит от ширины символа).

Желательно, чтобы принтер был русифицированным, то есть своими средствами обеспечивал печать русских букв — *кириллицы*; в противном случае в текстовом режиме потребуются подключение в ПК специальных драйверов.

Многие принтеры позволяют реализовать:

- эффективный вывод графической информации (с помощью символов псевдографики);
- сервисные режимы печати: плотная печать, печать с двойной шириной, с подчеркиванием, с верхними и нижними индексами, выделенная печать (каждый символ печатается дважды) и печать за два прохода (второй раз символ печатается с незначительным сдвигом);
- многоцветную (до 100 различных цветов и оттенков) печать.

Основными характеристиками принтеров являются:

- *разрешающая способность* или просто разрешение. *Разрешение* при печати чаще всего измеряется числом элементарных точек (dots), которые размещаются на одном дюйме (*dpi — dots per inch*, inch — дюйм, примерно 2,54 см) или на одном см (точек на см бумаги). Например, разрешение 1440 dpi означает, что на длине одного дюйма бумаги размещается 1440 точек. Чем больше разрешение, тем точнее воспроизводятся детали изображения. Однако при этом соответственно возрастает и время печати (исключением являются лазерные принтеры);
- *скорость печати*. Единицей измерения скорости печати информации служит *количество символов в секунду, cps* (characters per second), а при листовой печати — *показатель страниц в минуту, ppm* (pages per minute). Как правило, *ppm* указывается для страниц формата А4.

Матричные принтеры

В матричных принтерах изображение формируется из точек ударным способом, поэтому их более правильно называть *ударно-матричные принтеры*, тем более, что и прочие типы знаковосинтезирующих принтеров тоже чаще всего используют матричное формирование символов, но безударным способом. Тем не менее, «матричные принтеры» — это их общепринятое название, поэтому и будем его придерживаться.

В *игольчатых* (ударных) матричных принтерах печать точек осуществляется тонкими иглами, ударяющими бумагу через красящую ленту. Каждая игла управляется собственным электромагнитом. Печатающий узел перемещается в горизонтальном направлении листа, и знаки в строке печатаются последовательно. Многие принтеры выполняют печать как при прямом, так и при обратном ходе. Количество иглолок в печатающей головке определяет качество печати. Недорогие принтеры — это 9-игольчатые. Матрица символов в таких принтерах имеет размерность 7×9 или 9×9 точек. Более совершенные матричные принтеры оснащены 18 и даже 24 иглами.

Качество печати матричных принтеров определяется также возможностью вывода точек в процессе печати с частичным перекрытием за несколько проходов печатающей головки.

В принтерах с различным числом иглолок разные режимы печати реализуются по-разному. В 9-игольчатых принтерах печать в режиме Draft выполняется за один проход печатающей головки по строке. Это самый быстрый режим печати, но зато он характеризуется самым низким качеством. Режим NLQ реализуется за два прохода: после первого прохода головки бумага протягивается на расстояние, соответствующее половинному размеру точки; затем совершается второй проход с частичным перекрытием точек. При этом скорость печати уменьшается вдвое.

Переключение режимов работы матричных принтеров и смена шрифтов могут осуществляться как программно, так и аппаратно посредством нажатия имеющихся на устройствах клавиш и/или соответствующей установки переключателей.

Быстродействие матричных принтеров при печати текста в режиме Draft находится в пределах от 100 до 500 cps, что соответствует примерно двум страницам в минуту (с учетом смены листов). У специальных, дорогих принтеров скорость доходит и до 1000 cps.

Разрешающая способность до 360×360 dpi (первое число по вертикали, второе — по горизонтали).

Достоинства матричных принтеров: низкая стоимость как самого принтера, так и расходных материалов для него; возможность одновременной печати нескольких копий.

Недостатки: невысокое качество и скорость печати, а также шум при печати.

Струйные принтеры

Это самые распространенные в настоящее время принтеры. Струйные принтеры в печатающей головке вместо иглолок имеют тонкие трубочки — сопла, через которые на бумагу выбрасываются мельчайшие капельки красителя (чернил). Это безударные печатающие устройства. Матрица печатающей головки обычно содержит от 12 до 64 сопел (дюз), но есть исключения (принтер Epson Stylus C62 имеет 144 дюзы).

В последние годы в их совершенствовании достигнут существенный прогресс: при формировании изображения используют направленное взрывоподобное распыление капелек чернил на бумагу при помощи мельчайших сопел печатающей

головки — так называемой «пузырьковой» технологии струйной печати. Технически процесс распыления выглядит следующим образом. В стенку сопла встроены электрический нагревательный элемент, температура которого при подаче электрического импульса резко возрастает за 5–10 мкс. Все чернила, находящиеся в контакте с нагревательным элементом, мгновенно испаряются, что вызывает резкое повышение давления, под действием которого чернила выстреливаются из сопла на бумагу. После «выстрела» чернильные пары конденсируются, в сопле образуется зона пониженного давления и в него всасывается новая порция чернил. Эта новая технология произвела переворот в мире струйных принтеров и плоттеров, позволив почти на порядок увеличить их разрешающую способность (до 600–1440 dpi). Термоструйные головки заменяются вместе с картриджем.

В настоящее время на рынке струйных принтеров доминируют изделия фирм Epson, Hewlett–Packard, Canon, Lexmark. Технологии термической пузырьковой печати придерживается большинством фирм-производителей принтеров, в том числе Canon, Hewlett–Packard, Lexmark и т. д.

Фирма Epson разработала и применяет несколько модифицированный вариант этой печати: используется оригинальная пьезоэлектрическая технология MicroPiezo, в основе которой лежат свойства пьезокристалла. Печатающая головка принтера содержит многочисленные маленькие пьезокристаллы, размещенные у оснований сопел головки. Под действием электрического тока кристалл может изменять форму с большой скоростью, создавая механическое давление в сопле, и, тем самым, заставляя выстреливать чернила на поверхность бумаги. Данная технология позволяет управлять процессом формирования точки (форма и размер) и позиционированием ее на листе. Технология MicroPiezo обеспечивает разрешение печати также до 1440 dpi. У принтеров Epson при замене картриджа пьезоструйные головки не меняются, то есть расходные материалы у них обходятся дешевле. Но сами принтеры стоят несколько дороже, чем HP и Canon.

Струйные принтеры, обладая большим количеством сопел в пишущей головке, выполняют и цветную печать, но разрешающая способность при этом по сравнению с черно-белыми уменьшается примерно в 2 раза. Для создания цветного изображения используется обычно принятая в полиграфии цветовая схема CMYK, включающая четыре базовых цвета: Cyan — голубой (оттенок — циан), Magenta — пурпурный (оттенок — малиновый), Yellow — желтый, black — черный. Сложные цвета образуются смешением базовых. Качество печати на соответствующей бумаге великолепное — полноцветный плакат практически неотличим от типографского.

Основные достоинства струйных принтеров:

- высокое качество печати, для принтеров с большим количеством сопел — до 720×1440 dpi (у лучших принтеров до 1200×2880 dpi — величина, характерная для лазерных принтеров);
- высокая скорость печати — до 10 ppm;
- использование обычной бумаги, хотя и хорошей плотности (от 60 до 135 г/м²), чтобы не растекались чернила;
- бесшумность работы.

Основными недостатками струйных принтеров являются:

- опасность засыхания чернил внутри сопла, что иногда приводит к необходимости замены печатающей головки;
- высокая стоимость расходных материалов, в частности, баллончика для чернил, особенно если он объединен с печатающей головкой и заменяется совместно с ней (такая конструкция характерна для термоструйных головок).

В табл. 7.12 приведены основные характеристики типичных представителей струйных принтеров.

Таблица 7.12. Характеристики некоторых струйных принтеров

Модель	Технология печати	Разрешение, точек на дюйм	Скорость печати, страниц в минуту	Форматы носителей
HP DeskJet 695C	Струйная термическая печать	Наилучший режим ч/б печати 600 × 600. Наилучший режим цветной печати 300 × 300 на обычной бумаге	Режим ч/б печати — 3, режим цветной печати — 0,8	A4, A5, B5, конверты и др.
Canon BJC-1000	Струйная термическая печать	720 × 360	Одноцветный текст — до 4, цветная графика: до 0,6	A4, B5, карточки 4 × 6 дюйма, конверты и др.
Epson Stylus 440	Пьезоэлектрическая струйная печать	Максимально 720 × 720	До 4 для черного текста, до 3 для цветного текста	A4, B5, конверты и др.
Lexmark ColorJet 1100	Струйная термическая печать	600 × 600	3,5 — монохромный черновой, 1,5 — цветная черновая печать	A4, B5
Xerox XJ6C	Струйная термическая печать	600 × 600 на обычной бумаге, 1200 × 600 на глянцевой бумаге для струйной печати	До 5 черно-белых, до 2,5 цветных	A4, A5, B5, конверты и др.

ПРИМЕЧАНИЕ

Кроме указанных в табл. 7.12 принтеров есть уникальные модели. Например, струйный принтер Epson Stylus C62 имеет оптимизированное разрешение (режим «сверхмалая точка») — 5760 dpi, скорость цветной и черно-белой печати — 14 листов формата A4 в минуту. Этот принтер подключается к компьютеру через параллельный порт (LPT) или через интерфейс USB. Струйный принтер Epson побывал в космосе (1998 год), где испытывалась его работоспособность в условиях невесомости, вибраций и нагрева. В результате в конструкцию принтера были внесены некоторые изменения: усовершенствованы механизмы подачи бумаги и очистки головки и др.

Лазерные принтеры

Лазерные принтеры обеспечивают наиболее качественную печать с наивысшим разрешением и скоростью. В них применяется электрографический способ формирования изображений, используемый в одноименных копировальных аппаратах. Выпускаются лазерные принтеры двух основных модификаций: *лазерные* и *светодиодные*. В лазерных принтерах для создания сверхтонкого светового луча, вычерчивающего на поверхности предварительно заряженного светочувствительного барабана контуры невидимого точечного электронного изображения, служит лазер. В светодиодных принтерах — LED-принтерах (LED — Light Emitting Diode) — роль источника лазерного луча выполняет светодиодная панель.

С засвеченных на поверхности барабана лучом лазера или светодиодами точек стекает электрический заряд. После проявления электронного изображения порошком красителя (тонера), налипающего на разряженные участки, выполняется печать — перенос тонера с барабана на бумагу и закрепление изображения на бумаге разогревом тонера до его расплавления. Широко используются и цветные лазерные принтеры. Цветная печать обеспечивается применением разноцветного тонера по модели СМΥК. Если сравнить лазерные и светодиодные принтеры между собой, то можно сказать следующее. Теоретически светодиодная технология более надежна, поскольку является более простой. Ведь недаром фирма OKI дает на светодиодные панели в своих принтерах пожизненную гарантию. Кроме того, принтеры со светодиодной панелью более компактны. Однако на практике большинство производителей предпочитает лазерную технологию: светодиодную технологию используют только фирмы OKI и Panasonic. Лазерные принтеры работают быстрее, а светодиодные более дешевы.

Лазерные принтеры, кроме механической части, включают в себя достаточно серьезную электронику. В частности, на принтерах устанавливается память большого объема, для того чтобы не загружать компьютер и хранить задания в своей памяти. Одним из важных параметров лазерного принтера является объем его внутренней оперативной памяти. Изображение перед печатью должно быть загружено во внутреннюю память принтера в виде растрового (bitmap) представления. Для цветных принтеров требуемый объем внутренней памяти возрастает примерно в 3 раза. Еще больше возрастает объем необходимой памяти при печати полутоновых картинок: в 8 раз для монохромного изображения и в 24 раза для полноцветного изображения. Правда, сжатие данных может снизить требования к оперативной памяти принтера.

Следует также отметить, что встроенные шрифты позволяют генерировать принтеру растровое представление по мере надобности, и тогда неважно, сколько у принтера внутренней памяти. Помимо модулей оперативной памяти, на многих моделях лазерных принтеров устанавливаются и жесткие диски.

Достоинства лазерных принтеров:

- ❑ высокая скорость печати (от 4 до 40 и выше страниц в минуту);
- ❑ скорость печати не зависит от разрешения;
- ❑ высокое качество печати до 2880 dpi (но 700 dpi лазерного цветного принтера сравнимы с 1400 dpi струйного);

- низкая себестоимость копии (на втором месте после матричных принтеров);
- бесшумность.

Недостатки лазерных принтеров:

- высокая цена принтеров, особенно цветных;
- большое потребление электроэнергии.

В табл. 7.13 приведены характеристики некоторых принтеров этой категории.

Таблица 7.13. Сравнительные характеристики лазерных принтеров

Модель	Технология печати	Разрешение, точек на дюйм	Макс. скорость печати, страниц в минуту	Форматы носителей
HP LaserJet 1100	Лазерная	600 × 600	8	A4, бумага и конверты нестандартных размеров
Xerox DocuPrint P8e	Лазерная	600 × 600	8	Бумага: A4, A5, B5. Конверты: C5
Okipage 6W	Светодиодная	600 × 600	6	A4, A5, B5, A6 и др.
Lexmark Optra E310	Лазерная	600 × 600	8	A4, от 3 × 5 до 8,5 × 14 дюймов; A5/B5

Термопринтеры

Термопринтеры относятся также к группе матричных принтеров. В них используется термоматрица и специальная термобумага или термокопирка. Принцип действия термопринтера весьма прост. Печатающий элемент представляет собой панель с нагреваемыми элементами — термоматрицу. В зависимости от подаваемого изображения нагреваются те или иные элементы, которые заставляют темнеть специальную термобумагу в месте нагрева. Достоинством данного типа принтеров является то, что им не нужны никакие расходные материалы, кроме специальной бумаги. Недостатки: необходимость использования дорогостоящей специальной бумаги (или копирки); невысокая скорость печати, недолговечность отпечатанных документов (темнеют со временем).

Твердочернильные принтеры

Твердочернильная технология разработана фирмой Tektronix, являющейся частью компании Xerox. Красители, используемые в твердочернильном принтере, представляют собой твердые кубики цветов СМУК. Добавлять их можно даже во время печати. Кубики каждого цвета имеют собственное отделение. Чернила расплавляются и подаются в широкую печатающую головку. Головка создает изображение на алюминиевом барабане, с которого оно полностью переносится на бумагу. Для того чтобы чернила не застывали на барабане, их подогревают. Ширина печатающей головки равна ширине листа. Наиболее интересной в данном

принтере является печатающая головка, представляющая собой блок сопел (по 112 на каждый цвет), снабженных пьезоэлементами. При срабатывании пьезоэлемента капля расплавленных чернил попадает на барабан. Скорость печати в цвете доходит до 14 ppm.

Сервисные устройства

Быстродействующие принтеры, как уже отмечалось, имеют собственную буферную память, используемую как при обмене данными с ПК, так и для хранения загружаемых шрифтов. Память у матричных принтеров небольшая — до нескольких сотен килобайтов, у струйных — до нескольких мегабайтов и у лазерных — до десятка мегабайтов.

Большинство принтеров имеют сервисные устройства, такие как:

- автоподатчик документов;
- дуплекс — устройство, обеспечивающее двустороннюю печать;
- финишные устройства (сортировщики, степлеры, резаки и т. д.). Эти устройства предназначены для послепечатной обработки документа (сортировка, сшивание или складывание печатных документов);
- дополнительные лотки — служат для того, чтобы вам как можно реже пришлось подходить к принтеру для зарядки его бумагой.

К ПК принтеры могут подключаться через параллельный или последовательный порты.

Параллельные порты используются для подключения параллельно работающих принтеров (воспринимающих информацию сразу по байту) через адаптеры типа Centronics (обычно одновременно можно подключить до 3 принтеров).

Последовательные порты служат для подключения последовательно работающих принтеров (воспринимающих информацию последовательно, по 1 биту) через адаптеры типа RS-232 (стык C2). Большинство быстродействующих принтеров подсоединяются к параллельным портам, но при наличии современных последовательных интерфейсов типа USB часто подключаются и к ним.

Сетевой принтер

Сетевой принтер — принтер, имеющий IP-адрес, и таким образом, являющийся своеобразным web-сайтом. К такому принтеру можно обращаться через IP-адрес с помощью обычного браузера, извлекать полную информацию о текущем состоянии и производить настройку принтера.

Между сетевым принтером и обычным принтером в сети, используемым несколькими пользователями, есть разница. Сетевые принтеры обычно быстрее работают, рассчитаны на большую нагрузку, содержат больше лотков для бумаги, зачастую имеют дуплексное устройство (для печати с двух сторон листа), собственный жесткий диск для хранения часто печатаемых документов. Но основное отличие сетевого принтера от обычного — это то, что сетевой принтер оснащен встроен-

ной сетевой картой. Его не нужно подключать к компьютеру, он работает автономно. Это дает существенные преимущества:

- ❑ не нужно держать постоянно включенным какой-то конкретный компьютер;
- ❑ скорость передачи по сети в несколько раз превосходит скорость передачи по параллельному интерфейсу.

В заключение перечислим основные *рейтинговые показатели принтеров*:

- ❑ набор функциональных возможностей, по которым можно оценить применимость принтера для решения конкретных задач (размеры печатаемых документов, объемы выполняемых работ, русификация, наличие нужных шрифтов и т. д.);
- ❑ возможность формирования цветного изображения;
- ❑ качество изображения (разрешающая способность);
- ❑ производительность (скорость печати);
- ❑ надежность и удобство работы, уровень сервиса;
- ❑ эксплуатационные затраты, включающие стоимость носителя, расходных материалов, обслуживания устройства, потребление электроэнергии;
- ❑ стоимость принтера.

ПРИМЕЧАНИЕ

Получают все большее распространение многофункциональные устройства, включающие в свой состав принтеры, сканеры, копиры и др. В качестве примера можно привести лазерный «комбайн» SF-531P фирмы Samsung, объединяющий лазерный принтер, сканер, копир, факсимильный аппарат и телефон. Черно-белый принтер печатает со скоростью 8 страниц в минуту с разрешением до 600 точек на дюйм, сканирует с разрешением 300 точек на дюйм, создает до 99 копий документа, позволяет масштабировать документ. Факс работает по встроенному модему со скоростью 33,6 Кбит в секунду. SF-531P имеет телефонную трубку, номеронабиратель, автоответчик и функцию автоматического дозвонивания, память для ускоренного набора 100 номеров, память для факса на 160 страниц текста. К компьютеру устройство подключается через интерфейсы USB или IEEE 1284. Есть программное обеспечение для отправки документов по электронной почте.

Сканеры

Сканер — это устройство ввода в компьютер информации непосредственно с бумажного документа. Это могут быть тексты, схемы, рисунки, графики, фотографии и другая информация. Сканер, подобно копировальному аппарату, создает копию изображения бумажного документа, но не на бумаге, а в электронном виде — формируется электронная копия изображения.

Сканеры являются важнейшим звеном электронных систем обработки документов и необходимым элементом любого «электронного стола». Записывая результаты своей деятельности в файлы и вводя информацию с бумажных документов в ПК с помощью сканера, объединенного с системой автоматического распозна-

вания образов, можно сделать реальный шаг к созданию систем безбумажного делопроизводства.

Сканеры весьма разнообразны, и их можно классифицировать по целому ряду признаков. Прежде всего, сканеры бывают черно-белые и цветные.

Черно-белые сканеры позволяют считывать штриховые изображения и полутоновые. Штриховые изображения не передают полутонов, или, иначе, градаций серого. Полутоновые способны распознать и передать 16, 64 или 256 уровней серого цвета.

Цветные сканеры работают и с черно-белыми, и с цветными оригиналами. В первом случае они так же пригодны для считывания и штриховых, и полутоновых изображений.

В цветных сканерах используется цветовая модель RGB (Red — Green — Blue): сканируемое изображение освещается через вращающийся RGB-светофильтр или от последовательно зажигаемых трех цветных ламп; сигнал, соответствующий каждому основному цвету, обрабатывается отдельно.

Число передаваемых цветов колеблется от 256 до 65 536 (стандарт HighColor) и даже до 16,7 миллионов (стандарт TrueColor).

Разрешающая способность сканеров измеряется в количестве различаемых точек на дюйм изображения и составляет от 75 до 1600 dpi (dots per inch).

По конструктивному исполнению сканеры делятся на ручные (hand-held) и настольные (desktop). Есть и комбинированные устройства, сочетающие в себе возможности обоих типов.

Настольные, в свою очередь, классифицируются на планшетные (flatbed), с листовой подачей (роликовые, sheet-fed) и проекционные (overhead).

Особняком стоят слайд-сканеры, считывающие изображение с прозрачных носителей.

Основные характеристики сканеров.

- Оптическое разрешение — определяется как количество светочувствительных элементов в сканирующей головке, поделенное на ширину рабочей области. Выражается в точках на дюйм (dots per inch, dpi). Высокое разрешение необходимо, как правило, только для комфортного визуального восприятия. Для нормальной работы программ распознавания образов (см. ниже) вполне достаточно величины 300 dpi, а для публикации картинок на web-сайтах и того меньше — 80 dpi.
- Интерполяционное (программное, логическое) разрешение — произвольно выбранное разрешение, для получения которого драйвер сканера рассчитывает недостающие точки.
- Разрядность (глубина цвета) — определяет степень подробности информации об отсканированной точке изображения. Чем больше разрядов (битов) используется для представления отдельной точки изображения, тем более подробна информация о ней. Так, например, глубине цвета в один бит соответствуют два цвета — черный и белый, и, соответственно, точка может быть или черной,

или белой. Восемью битам соответствует 256 цветов (как правило, это градации серого). Достаточной глубиной цвета является 24 бит, когда на каждый компонент цвета — красный, синий, зеленый — отводится 8 бит и, соответственно, 256 градаций. В совокупности это дает 16,7 млн возможных комбинаций цветов. Более тонкие оттенки человеческий глаз не различает.

- Динамический диапазон сканера характеризует его способность различать близлежащие оттенки (прежде всего это касается темных областей оригинала). Динамический диапазон можно определить как разницу между самым светлым оттенком, который сканер отличает от белого, и самым темным, но отличным от черного. Измеряется динамический диапазон в специальных единицах, именуемых *D*. Теоретически 24-разрядный сканер может иметь диапазон 2,4 *D*, а 36-разрядный — 3,2 *D*. Для повседневной работы вполне достаточна величина и 2,4 *D*, и лишь для художественных цветных и полутоновых изображений требуется 3,0 *D*.
- Скорость сканирования определяется по-разному: и в миллиметрах в секунду, и в листах в минуту, но чаще в количестве секунд, затрачиваемых на сканирование одной страницы. Следует иметь в виду, что связь между скоростью сканирования и качеством получаемого изображения в большинстве случаев отсутствует. Равно как и связь между скоростью сканирования цветного и черно-белого изображений.

Типы сканеров

Ручные сканеры конструктивно самые простые: они состоят из линейки светодиодов и источника света, помещенных в единый корпус. Перемещение по изображению такого сканера выполняется вручную.

С их помощью за один проход вводится лишь небольшое количество строчек изображения (полоса захвата обычно не превышает 105 мм). У ручных сканеров имеется индикатор, предупреждающий оператора о превышении допустимой скорости сканирования. Эти сканеры имеют малые габариты и низкую стоимость. Скорость сканирования составляет 5–50 мм/с (зависит от разрешающей способности).

Например, сканеры Mustek: GS-400L — черно-белый полутоновый, CG-8400T — цветной.

Планшетные сканеры — самые распространенные; в них сканирующая головка (линейка светодиодов) перемещается относительно оригинала автоматически; они позволяют обрабатывать и листовые, и сброшюрованные (книги) документы.

Принцип работы планшетных сканеров заключается в следующем. Сканируемый оригинал помещается на прозрачном неподвижном стекле. Вдоль него передвигается сканирующая головка с источником света. Оптическая система планшетного сканера проецирует световой поток, отражаемый от сканируемого оригинала, на сканирующую головку, состоящую из трех параллельных линеек светочувствительных элементов (CCD-матрица). Каждая линейка принимает информацию о своем цвете — красном (Red), зеленом (Green), синем (Blue). В сканирующей головке уровни освещенности преобразуются в уровни напряжения (аналоговый

сигнал). Затем, после коррекции и обработки, аналоговый сигнал преобразуется в цифровой с помощью аналого-цифрового преобразователя. Цифровой сигнал поступает в компьютер, где данные, соответствующие изображению оригинала, обрабатываются и преобразовываются под управлением драйвера сканера.

Скорость сканирования: 2–10 секунд на страницу (формат А4).

Примером могут служить цветные сканеры: Mustek Paragon 1200, Epson ES1200, HP ScanJet 5 S и P, HP ScanJet 11CX (следует заметить, что подавляющее количество продаж сканеров на российском рынке в последние годы приходится на продукцию фирмы Hewlett–Packard).

Среди сканеров, работающих с документами большого формата, следует выделить популярные сканеры фирмы AGFA, например AGFA Argus II, имеющий физическое разрешение 600×1200 dpi (логическое разрешение при использовании интерполирующей технологии UltraView достигает 2400×2400 dpi), передающий 4096 оттенков и масштабирующий изображение в 7–9 раз.

Листовые сканеры (их также называют страничными, протяжными) наиболее автоматизированы; в них оригинал автоматически перемещается относительно неподвижной сканирующей головки, часто имеется автоматическая подача документов, но сканируемые документы — только листовые.

Достоинствами листовых сканеров являются низкая стоимость и более высокое по сравнению с ручными сканерами качество получаемого изображения. К недостаткам относятся проблемы выравнивания листов и сложности работы с нестандартными листами.

Примером может служить сканер Mustek SF-630 со скоростью 10 секунд на страницу.

Барабанные сканеры чаще всего содержат один датчик, в качестве которого выступает фотоэлектронный умножитель (ФЭУ). Сканируемый оригинал закрепляется на поверхности прозрачного цилиндра, который вращается с большой скоростью. Датчик последовательно, пиксел за пикселем считывает оригинал.

Достоинством барабанного сканера является самое высокое качество получаемого изображения, основным недостатком — высокая стоимость.

Проекционные сканеры внешне напоминают фотоувеличитель, но внизу лежит сканируемый документ, а наверху находится сканирующая головка. Сканер оптически снимает информацию с документа и вводит ее в виде файла в память компьютера.

Особую группу составляют *слайд-сканеры*. Они конструктивно также бывают разные: планшетные, барабанные, проекционные и т. д. Прозрачный оригинал представляет собой пленку с линейным размером стороны прямоугольника от 35 до 300 мм. По характеристикам слайд-сканеры самые качественные: их разрешающая способность обычно лежит в пределах от 2000 до 5000 dpi.

Примером слайд-сканера являются барабанные сканеры, у которых прозрачный оригинал (слайд) обычно размером примерно 200×300 мм крепится на вращающийся барабан. У сканера Howtek ScanMaster разрешение равно 4000 dpi, у ScanView ScanMate Magic разрешение 2000 dpi при передаче 4096 оттенков. Наибольшее разрешение имеют сканеры, работающие с малогабаритными слай-

дами (сторона до 120 мм). У сканера Scitex LeafScan 45 разрешающая способность составляет 5080 dpi при передаче 654 000 оттенков.

В табл. 7.14 приведены некоторые характеристики типовых сканеров.

Таблица 7.14. Некоторые характеристики типовых планшетных цветных сканеров формата А4

Модель	Оптическое разрешение, dpi	Логическое разрешение, dpi	Разрядность	Интерфейс
Mustek 1200 CP	600 × 1200	19 200 × 19 200	36	LPT
HP ScanJet 4100C	600	1200	36	USB
AGFA SnapScan E20	600 × 1200	9600	36	USB
Acer ScanPrisa 640P	600 × 1200	19 200	48	LPT
Primax Colorado 600P	300 × 600	9600	36	LPT

Форматы представления графической информации в ПК

Существуют два формата представления графической информации:

- растровый;
- векторный.

В растровом формате изображение запоминается в файле в виде мозаичного набора множества точек, соответствующих пикселям отображения этого изображения на экране дисплея. Файл, создаваемый сканером, в памяти компьютера имеет растровый формат (так называемая битовая карта — *bitmap*). Редактировать этот файл средствами стандартных текстовых и графических редакторов не представляется возможным, ибо они не работают с мозаичным представлением информации.

В векторном формате информация идентифицируется характеристиками шрифтов, кодами символов, абзацев и т. п. Стандартные текстовые процессоры предназначены для работы именно с таким представлением информации.

Фундаментальное отличие векторных форматов от растровых можно показать на таком примере: в векторном формате окружность идентифицируется радиусом, координатами своего центра, толщиной и типом линии; в растровом формате хранятся просто последовательные ряды точек, геометрически формирующих окружность.

Следует также иметь в виду, что *битовая карта* требует очень большого объема памяти для своего хранения. Так, битовая карта с одного листа документа формата А4 (204×297 мм) с разрешением 10 точек/мм и без передачи полутонов (штриховое изображение) занимает около 1 Мбайт памяти, она же при воспроизведении 16 оттенков серого — 4 Мбайт, при воспроизведении цветного качественного изображения (стандарт HighColor — 65 536 цветов) — 16 Мбайт. Иными словами, при использовании стандарта TrueColor и разрешающей способности 50 точек/мм для хранения даже одной битовой карты может не хватить емкости НМД.

Для сокращения объема памяти, необходимой для хранения битовых карт, используются различные способы *сжатия информации*. Наиболее распространенный алгоритм растрового уплотнения CCITT Group 4 дает коэффициент сжатия информации до 40:1 (в зависимости от содержимого данных). Другие используемые форматы сжатия: Group 3, TIFF (Compressed Tagged Image File Format), MPEG, CALS, RLE, GIF и т. д. (файлы имеют соответствующие указанным аббревиатурам расширения).

Форматы без сжатия: Uncompressed TIFF, BMP и др.

Сканер используется обычно совместно с программами *распознавания образов* — OCR (Optical Character Recognition). Система OCR распознает считанные сканером с документа битовые (мозаичные) контуры символов и кодирует их ASCII-кодами, переводя в удобный для текстовых редакторов формат.

Некоторые системы OCR предварительно нужно обучить — ввести в память сканера шаблоны и прототипы распознаваемых символов и соответствующие им коды. Сложности возникают при различении букв, совпадающих по начертанию в разных алфавитах (например, в латинском (английском) и в русском — кириллица) и разных гарнитур шрифтов. Но большинство систем не требуют обучения: в их памяти уже заранее помещены распознаваемые символы. Так, одна из лучших OCR — FineReader 6.0 — распознает тексты на десятках языков (в том числе языках программирования Basic, C++ и т. д), использует большое число электронных словарей, при распознавании проверяет орфографию, готовит тексты к публикации в Интернете и т. д.

В последние годы появились интеллектуальные программы распознавания образов типа Omnifont, которые опознают символы не по точкам, а по характерной для каждого из них индивидуальной топологии. При наличии системы распознавания образов текст записывается в память ПК уже не в виде битовой карты, а в виде кодов, и его можно редактировать обычными текстовыми редакторами.

Файлы в растровом формате разумно хранить только в том случае, если:

- документы и соответствующие им файлы не должны редактироваться в процессе их использования;
- документ должен храниться в виде факсимильных копий оригинала (фотографии, рисунки, документы с разрешениями и т. п.);
- имеются технические возможности для хранения и просмотра большого числа огромных (по 1–20 Мбайт) файлов.

Основные факторы, учитываемые при выборе сканера:

- размер, цветность и форма (листовые, сброшюрованные и т. д.) документов, подлежащих сканированию, должны соответствовать возможностям сканера;
- разрешающая способность сканера должна обеспечивать воспроизведение высококачественных твердых копий документов по их электронным образам;
- производительность сканера должна быть достаточно высокой при приемлемом качестве получаемого изображения;
- должна обеспечиваться минимальная погрешность в размерах получаемого электронного изображения по отношению к оригиналу в случае, если разме-

ры изображения с электронного документа служат основанием для производства расчетов;

- необходимо наличие программных средств сжатия растровых файлов при хранении их в памяти компьютера;
- необходимо наличие программных средств распознавания образов (OCR) при хранении векторных файлов в памяти компьютера;
- необходимо наличие программно-аппаратных средств для улучшения качества изображения в растровых файлах (повышения контрастности и яркости изображения, удаления фонового «шума»);
- качество и тип бумаги носителя в известных пределах не должны сильно влиять на качество получаемого электронного изображения;
- работа на сканере должна быть удобной и простой и исключать ошибки при сканировании при неверной заправке носителя;
- учитывается стоимость сканера.

Сканер может подключаться к ПК через параллельный (LPT) или последовательный (через интерфейс USB) порт. Для работы со сканером ПК должен иметь специальный драйвер, желательно, драйвер, соответствующий стандарту TWAIN. В последнем случае возможна работа с большим числом TWAIN-совместимых сканеров и обработка файлов поддерживающими стандарт TWAIN программами, например, распространенными графическими редакторами CorelDraw, Adobe Photoshop, MaxMate, Picture Publisher, Photo Finish и т. д.

Дигитайзеры

Дигитайзер (digitizer), или *графический планшет*, — это устройство, главным назначением которого является оцифровка изображений. Он состоит из двух частей: *основания* (планшета) и *устройства целеуказания* (пера или курсора), перемещаемого по поверхности основания. При нажатии на кнопку курсора его положение на поверхности планшета фиксируется и координаты передаются в компьютер.

Дигитайзер может быть использован для ввода рисунка, создаваемого пользователем, в компьютер: пользователь водит пером-курсором по планшету, но изображение появляется не на бумаге, а фиксируется в графическом файле.

Принцип действия дигитайзера основан на фиксации местоположения курсора с помощью встроенной в планшет сетки тоненьких проводников с довольно большим шагом между соседними проводниками (от 3 до 6 мм). Механизм регистрации позволяет получить логический шаг считывания информации, намного меньше шага сетки (до 100 линий на 1 мм).

Основные характеристики дигитайзеров

Дигитайзеры бывают:

- электростатические;
- электромагнитные.

В *электростатических* дигитайзерах регистрируется локальное изменение электростатического потенциала сетки под курсором, а в *электромагнитных* — курсор излучает электромагнитный сигнал, воспринимаемый сеткой. Электромагнитный дигитайзер чувствителен к помехам, создаваемым внешними источниками, например мониторами.

Шаг считывания информации называется разрешением (resolution) дигитайзера. Различаются разрешение физическое и логическое. Предел физического разрешения дигитайзера определяется шагом считывания регистрирующей сетки. Логическое разрешение является переменной величиной в настройке дигитайзера и, как указывалось, может быть значительно меньшим.

Точность дигитайзера (ассигасу) определяется погрешностью в определении координат курсора (хотя точность, строго говоря, величина, обратная погрешности и зависит от типа дигитайзера и его конструктивных особенностей). Точность существующих моделей колеблется в пределах от 0,005 до 0,03 дюйма, для электромагнитных дигитайзеров обычно выше, чем для электростатических. На результирующую точность ввода изображения влияет также аккуратность действий оператора, в среднем хороший оператор вносит погрешность не более 0,004 дюйма.

Размер рабочей области (surface sizes) определяется размером активной поверхности дигитайзера.

Скорость обмена (output rate) — скорость передачи координат дигитайзером. Скорость обмена дигитайзера с компьютером зависит от оператора, но обычно ограничивается техническими возможностями устройства на уровне 100–200 точек/с.

Устройства указания дигитайзеров:

- *перо* — указочка, снабженная одной, двумя или тремя кнопками. Существуют перья простые и определяющие усилие, с которым наконечник пера прижимается к планшету. Последние часто используются художниками, поскольку могут воспринимать до 256 градаций нажима (от степени нажима зависит толщина линии, цвет в палитре, оттенок цвета). Для реализации таких возможностей необходимы программы Adobe PhotoShop, Aldus PhotoStyler, Autodesk Animator Pro, CorelDraw и т. д;
- *курсоры* — используются реже, обычно в сложных приложениях. Они бывают 4-, 8-, 12, 16-клавишными. От двух до четырех клавиш из них стандартные, остальные программируются в приложениях, например в AutoCad. Дизайн курсоров самый разный, вплоть до формы мыши. И курсоры, и перья бывают как с проводом, так и без него. Последний вариант удобнее в работе, но требует наличия батареи и, соответственно, дополнительного обслуживания. Исключения составляют пассивные неизлучающие перья фирмы Wacom.

При выборе дигитайзера следует в первую очередь убедиться в надежности и удобстве устройства указания. Нужно также выбрать размеры рабочего поля — они колеблются от 6 × 8 до 44 × 62 дюйма, оценить необходимую точность передачи координат курсора и сопоставить ее с разрешающей способностью дигитайзера.

Наконец, убедиться в наличии всего необходимого программного обеспечения и, в частности, драйверов.

Основания дигитайзера могут быть жесткие и гибкие, последние имеют меньший вес, компактны при транспортировке и более дешевые.

Примеры дигитайзеров: CalComp DrawingFlex 333641, 334841; GTCO Roil-up 2024R, 3036R, 3648R (гибкие); CalComp DrawingBoard 3400, Summa Grid, Kurta XLC, GTCO Super L22 (жесткие большого формата до 1220 × 1524 мм); CalComp DrawingBoard III 34180, Hitachi Puma Pro, GTCO Ultima, Kurta XLP, Kurta XGT, SummaSketch III (жесткие формата A3). В табл. 7.15 представлены основные характеристики некоторых дигитайзеров.

Таблица 7.15. Основные характеристики некоторых дигитайзеров

Модель	Фирма	Тип	Формат	Разрешение, dpi	Интерфейс
DrawingBoard III	CalComp	Перьевая	A4	2540	RS-232
HyperPen 8000	Aiptec	Перьевая, беспроводная	A5	3048	USB
Wacon Intuos	Wacon	Перьевая, беспроводная	A3	2540	RS-232/USB

Плоттеры

Плоттеры (plotter, графопостроители) — устройства вывода графической информации (чертежей, схем, рисунков, диаграмм и т. д.) из компьютера на бумажный или иной вид носителя. Плоттеры по принципу формирования изображения можно разделить на два класса:

- ❑ *векторного* типа, в которых пишущий узел может перемещаться относительно бумаги сразу по двум координатам, и изображение на бумаге создается непосредственно вычерчиванием нужных прямых и кривых в любых направлениях;
- ❑ *растрового* типа, в которых пишущий узел одновременно перемещается относительно бумаги только в одном направлении, и изображение на бумаге формируется строка за строкой из последовательно наносимых точек.

По принципу действия плоттеры бывают:

- ❑ перьевые;
- ❑ струйные;
- ❑ лазерные;
- ❑ термографические;
- ❑ электростатические.

Векторные плоттеры бывают только перьевыми, остальные типы плоттеров — растровые.

Типы плоттеров

Перьевые плоттеры (pen plotter) — это электромеханические устройства векторного типа, в которых изображение создается путем вычерчивания линий при помощи пишущего элемента, обобщенно называемого пером. В качестве перьев в разных моделях плоттеров используются перья, фибровые и пластиковые стержни (фломастеры), шариковые узлы одноразового и многоразового действия, карандашные грифели и мелки.

Перьевые плоттеры могут быть:

- рулонными;
- планшетными.

Рулонные плоттеры более компактны, удобны и точны в работе; они используются наиболее часто для создания крупноформатных чертежей форматов А1 и А0, причем отматывание и отрезание листа чертежа от рулонной бумаги выполняется автоматически. *Планшетные плоттеры* обычно используются для создания чертежей формата А3 и меньше.

Перьевые плоттеры, расходующие чернила, обеспечивают высокое качество как однотонных, так и цветных изображений, но имеют невысокую скорость вычерчивания, так как необходимо время на вытекание красителя из пера и его высыхание. Кроме того, пишущие узлы с жидкими красителями требуют регулярного обслуживания и чистки ввиду частого забивания канала подачи красителя твердыми фракциями, в том числе и частицами засохшей краски. При использовании карандашных грифелей качество похуже, но скорость вычерчивания выше и, главное, существенно проще и дешевле обслуживание пишущего узла (просто замена грифеля, приобретаемого в магазине канцтоваров). Фломастерные и шариковые перьевые плоттеры по своим характеристикам занимают промежуточное положение между рассмотренными ранее.

Ведущие фирмы-изготовители перьевых плоттеров: CalComp (создавшая в 1959 году первый в мире плоттер — модель CalComp 565), Hewlett-Packard, Summagraphics, Mutoh (в частности, карандашная модель Mutoh XP 620). Надо сказать, что перьевые плоттеры постепенно и интенсивно вытесняются, в частности, струйными плоттерами.

Струйные плоттеры (inkjet plotter) при формировании изображения направленно распыляют капельки чернил на бумагу при помощи мельчайших сопел печатающей головки — так называемая «пузырьковая» технология струйной печати, описанная кратко при рассмотрении струйных принтеров. Качество чертежей, выполняемых струйными плоттерами, очень высокое.

Существуют три разновидности струйных плоттеров:

- монохромные;
- цветные;
- с возможностью цветной печати.

Цветные струйные плоттеры имеют большее количество сопел в пишущей головке, но их разрешающая способность при этом уменьшается примерно в два раза.

Для создания цветного изображения используется обычно принятая в полиграфии цветовая схема CMYK, то есть подразумеваются четыре группы сопел, в каждую из которых поступает краситель определенного цвета: Cyan — голубой, Magenta — пурпурный, Yellow — желтый, black — черный. Цветные плоттеры часто называют полноцветными, чтобы отличать от плоттеров с возможностью цветной печати.

Струйные плоттеры с возможностью цветной печати позволяют делать цветными только линии или символы, закрашивать же в разные цвета целые области они не умеют.

Примеры струйных плоттеров: Hewlett-Packard HP 220, Summagraphics SummaJet 2M, CalComp TechJet Designer 720 (монохромные); CalComp TechJet Color, Hewlett-Packard HP 650C, Encad NovaJet 3 (полноцветные). Скорость вычерчивания у струйных плоттеров также невысока, поэтому для вывода больших объемов графической информации их использовать нецелесообразно.

Электростатические плоттеры (electrostatic plotter) основываются на технологии создания с помощью записывающих головок скрытого потенциального рельефа на поверхности специальной электростатической бумаги и осаждения на этот рельеф жидкого красителя. Для получения цветного изображения процесс вычерчивания повторяется четыре раза (цветовая схема CMYK), что, конечно, не очень удобно. Второй существенный недостаток — использование специальной дорогостоящей электростатической бумаги. Качество изображения и скорость рисования у этих плоттеров высокие.

Термографические плоттеры (их часто называют плоттерами прямого вывода изображения — direct imaging plotter) используют специальную терморезистентную бумагу, темнеющую под воздействием тепла. Рисунок только монохромный и наносится на нее специальными миниатюрными нагревателями, выполненными в виде «гребенки». Разрешающая способность (до 800 dpi) и скорость вычерчивания (до 50 мм/с) очень высокие; термобумага не слишком дорогая, а сами аппараты простые и не требуют регулярного обслуживания. Поэтому термографические плоттеры получили широкое распространение, в частности, в проектных организациях при больших объемах чертежных работ. Примеры термографических плоттеров: CalComp DrawingMaster 600, CalComp DrawingMaster 800, OSE G9050-S. Выпускаются и термографические плоттеры, использующие терморезистентную копирующую бумагу, при этом возможна цветная печать путем выполнения четырех проходов при копиях разного цвета, но они заметного распространения не получили.

В *лазерных плоттерах* (laser plotter) в качестве промежуточного носителя служит вращающийся барабан, покрытый слоем полупроводника. Заряженные лучом лазера области полупроводника притягивают сухой тонер, который потом переносится на проходящую под барабаном бумагу. После этого бумага с нанесенным тоном проходит через нагреватель, под действием тепла тонер запекается и закрепляется на бумаге (типичная электрографическая технология). Достоинства лазерных плоттеров очевидны: использование обычной бумаги, высокое качество изображения (разрешение до 800 dpi) и быстрое действие (до 50 мм/с), бесшумность и полная автоматизация работы, имеется принципиальная возможность цветной печати, но при этом растет стоимость плоттера. Недавно появились лазерные плоттеры, использующие для нанесения потенциального рельефа

на барабан не лазерный луч, а линейку из точечных полупроводниковых светодиодов (Light Emitting Diode — LED), что сделало плоттер более простым и надежным (так называемые LED-плоттеры). Они также сравнительно дороги, но применяются в сложных системах довольно интенсивно.

Примеры лазерных LED-плоттеров: CalComp Solus4-A0, OCE 9555, JDL 4000E.

Плоттеры бывают рулонные и планшетные, многие из них имеют весьма емкую встроенную память (от 2 до 64 Мбайт), дисплей, позволяют выбирать несколько (2–7) форматов данных, имеют ряд других сервисных возможностей. Встроенная память у плоттеров используется для улучшения их функциональных показателей (быстродействие, удобство работы, автономность); в эту буферную память загружается графическая информация, которая обрабатывается процессором плоттера при создании изображения. Для перьевых плоттеров память обеспечивает лишь известную автономность их работы, а для растровых моделей она важна еще и для обеспечения быстродействия, разрешающей способности и формата изображения.

При выборе плоттера следует обратить внимание на следующие аспекты:

- набор функциональных возможностей, по которым можно оценить применимость плоттера для решения конкретных задач (размеры носителей и изображения, объемы выполняемых работ и т. д.);
- возможность формирования цветного изображения;
- качество изображения (разрешающую способность);
- производительность (скорость вычерчивания);
- надежность и удобство работы, уровень сервиса;
- возможность продолжительности автономной работы (без вмешательства оператора);
- эксплуатационные затраты, включающие стоимость носителя, расходных материалов, обслуживания устройства, потребление электроэнергии;
- цена плоттера.

В табл. 7.16 представлены основные характеристики некоторых плоттеров.

Таблица 7.16. Основные характеристики некоторых плоттеров

Модель	Фирма	Тип	Формат	Разрешение, dpi
NovaJet 630	Encad	Рулонный, цветной	1520 мм	600
TechJet OCE 9300	CalComp	Планшетный, лазерный, цветной	A0	1440
Falcon RJ-4100	Mutoh	Рулонный, цветной	954 мм	720 × 1440
DesignJet 1050	Hewlett-Packard	Планшетный, цветной	A0	1200
DesignJet 2800CP	Hewlett-Packard	Рулонный, цветной	1400 мм	600

Средства мультимедиа

Мультимедиа (multimedia — буквально многосредовость) — область компьютерной технологии, связанная с обработкой информации, имеющей различное физическое представление (текст, графика, рисунок, звук, анимация, видео и т. п.) и/или существующей на различных носителях (магнитные и оптические диски, аудио- и видеоленты и т. д.).

Мультимедиа-средства — это комплекс аппаратных и программных средств, позволяющих человеку общаться с компьютером, используя самые разные естественные для себя среды: звук, видео, графику, тексты, анимацию и т. д.

Мультимедиа предоставляет пользователю потрясающие возможности в создании фантастического мира (виртуальной реальности), интерактивного общения с этим миром, когда пользователь выступает не в роли стороннего пассивного созерцателя, а принимает активное участие в разворачивающихся там событиях; причем общение происходит на привычном для пользователя языке — в первую очередь, на языке звуковых и видеообразов.

Рассмотрим понятие *виртуальная реальность* немного подробнее, поскольку оно часто встречается в литературе, иногда не очень обоснованно. Термин этот предложил Джерон Ланье (Jaron Lanier), который определил его как «иммерсивную и интерактивную имитацию реалистических и вымышленных сред». Иммерсивность означает полное погружение человека в мир виртуальной реальности, где он должен чувствовать свою принадлежность к нему. Интерактивность подразумевает возможность человека взаимодействовать с находящимися в мире виртуальной реальности объектами в реальном времени.

Иными словами, *виртуальная реальность* — это некий иллюзорный мир, в который погружается и с которым взаимодействует человек. Система виртуальной реальности — это совокупность имитационных программных и технических средств, обеспечивающих эти погружение и взаимодействие. Для полного погружения необходимо оградить человека от информации, поступающей из внешнего мира; необходимо ввести стимулы, побуждающие человека пребывать в виртуальном мире. Для обеспечения интерактивности необходимо, чтобы система виртуальной реальности воспринимала управляющие воздействия человека. Побуждающие стимулы и управляющие воздействия должны быть многомодальными, то есть зрительными, звуковыми, осязательными и одоральными (использующими запахи). Для реализации таких требований в современных системах используются разнообразные звуковые и видеотехнологии, в частности, объемные звуковые и видеосистемы (звуковые системы классов «квадро» и «долби», стереодисплеи и стереомышки), а также головные дисплеи — шлемы и очки-телевизоры, «нюхающие» мышки, управляющие перчатки, кибернетические силовые жилеты и другие экзотические устройства, уже существующие сегодня. И все это в совокупности с беспроводными интерфейсами.

Если исключить пока еще редкие «экзотические» устройства, то реально к средствам мультимедиа можно отнести:

- устройства аудио- (речевого) и видеоввода и вывода информации;
- высококачественные звуковые (sound-) и видео- (video-) платы;

- ❑ платы видеозахвата (video grabber), снимающие изображение с видеоматрицы или видеокамеры и вводящие его в ПК;
- ❑ высококачественные акустические и видеовоспроизводящие системы с усилителями, звуковыми колонками, большими видеоэкранами;
- ❑ широко распространенные уже сейчас сканеры (поскольку они позволяют автоматически вводить в компьютер печатные тексты и рисунки);
- ❑ высококачественные принтеры и плоттеры.

С большим основанием к средствам мультимедиа можно отнести и внешние запоминающие устройства большой емкости на оптических и цифровых видеодисках, часто используемые для записи звуковой и видеоинформации. Стоимость компакт-дисков (CD) при их массовом тиражировании невысокая, а учитывая их большую емкость (650 Мбайт и более), высокие надежность и долговечность, стоимость хранения информации на CD, для пользователя оказывается несравнимо меньшей, нежели на магнитных дисках. Это уже привело к тому, что большинство программных средств самого разного назначения поставляются на CD. На компакт-дисках организуются обширные базы данных, библиотеки, словари, справочники, энциклопедии, обучающие и развивающие программы по общеобразовательным и специальным предметам.

CD широко используются, например, при изучении иностранных языков, правил дорожного движения, бухгалтерского учета, законодательства вообще и налогового законодательства в частности. И все это сопровождается текстами и рисунками, речевой информацией и мультипликацией, музыкой и видео. В чисто бытовом аспекте CD привлекательны для хранения аудио- и видеозаписей, вместо аудио- и видеокассет. Следует упомянуть, конечно, и об огромном количестве компьютерных игр, многие из которых занимают не один CD.

Таким образом, компакт-диски (а еще в большей мере — цифровые видеодиски DVD) открывают доступ к огромным объемам разнообразной и по функциональному назначению, и по среде воспроизведения информации.

Некоторые из названных здесь устройств (CD-ROM, DVD-ROM и RAM, сканеры) уже были рассмотрены ранее. Ниже остановимся лишь на некоторых (нельзя объять необъятное!) устройствах, поддерживающих компьютерные аудио- и видеотехнологии.

Системы речевого ввода и вывода информации

Существуют две технологии речевого общения с компьютером:

- ❑ системы распознавания речи;
- ❑ системы синтеза речи.

Системы распознавания речи

В системах распознавания речи выполняется оцифровка звуковой информации, ее идентификация с кодами, содержащимися в электронных тезаурусных (иногда многоязычных) словарях, необходимая автоматическая коррекция кодов и генерация соответствующих им символов, слов и предложений, возможный

вывод текстов на экран для ручной их коррекции (иногда звуковое воспроизведение) и запись текстов в память машины либо исполнение «услышанных» команд. По характеру распознаваемой речи системы речевого ввода можно разделить на:

- системы, ориентированные на распознавание отдельных слов, команд и вопросов;
- системы распознавания предложений и связной речи;
- системы идентификации по образцу речи.

Системы, ориентированные на распознавание отдельных слов, команд и вопросов

Такие системы часто называют системами речевого управления, поскольку их основная задача — обеспечить выполнение компьютером действий, задаваемых голосом.

Наибольшее распространение такие системы получили в автоматических телефонных службах. В них можно ввести голосом номер телефона вызываемого абонента или его имя; можно задать простой вопрос автоматической справочной службе и т. д.

Наиболее разработаны системы распознавания чисел, которые можно отнести к средствам распознавания первого поколения. В развитых системах такого рода человек сначала сообщает свой числовой пароль, затем свой числовой идентификатор, и только после этого может назвать число, кодирующее сущность запроса.

К средствам второго поколения относятся системы распознавания имен. Основаны эти средства на использовании ключевых слов (имен), хранимых, естественно, в базе данных системы. Множество хранимых слов и ограничивает возможные имена (при вызове телефонного абонента, например) и распознаваемые команды и вопросы. Система Voice Commands компании KurzWeil Applied Intelligence позволяет распознавать около 10 000 слов английского языка, которые после идентификации преобразуются в соответствующие ASCII-последовательности и либо исполняются машиной (если это команды), либо заносятся в файл. Система компании Charles Schwab & Co., специализирующейся на предоставлении брокерских услуг участникам фондового рынка, при обработке более 10 000 названий и десятков видов ценных бумаг обеспечивает при распознавании 95-процентную точность (что, конечно, недостаточно, но количество клиентов этой справочной службы не убывает).

Существенно сложнее строятся системы третьего поколения, в которых диалог с пользователем реализуется с помощью голосовых меню. Такие системы основаны на идее обучения: в течение некоторого времени система обучается на большом количестве типовых речевых диалогов (включающих, кстати, и слова-паразиты). В ходе этого обучения создается рабочий словарь и база данных отношений между отдельными словами (база знаний). Примером системы третьего поколения может служить Natural Dialogue System фирмы Philips, используемая швейцарской железнодорожной компанией Swiss Railways для справочной системы, обслуживающей не только железнодорожные, но и автобусные маршруты и паромные переправы.

Системы распознавания предложений и связной речи

Средства мультимедиа этой группы делятся на системы отдельной диктовки и системы распознавания связной речи.

Системы отдельной диктовки проще в разработке и технической реализации, но они требуют от пользователя не совсем естественного произнесения фраз — с короткой паузой перед каждым следующим словом. К таким системам относятся, например, Via Voice корпорации IBM, Dragon Dictate фирмы Dragon System. Последняя система позволяет, наряду с прочим, непосредственно надиктовывать текст в программы Word, Word Perfect, Internet Explorer, Netscape Navigator и т. д. Активный словарь системы насчитывает десятки тысяч слов и может пополняться пользователем, скажем, по его профессиональной тематике. В системе дополнительно анализируются спектральные (частотные) характеристики каждой буквы, выделяются и хранятся ее отдельные фонемы (элементы спектра). На основе этого анализа создаются фонетические модели букв и формируемых из них слов. Точность распознавания достигает 90%, а после проверки по словарю еще значительно повышается.

Наиболее сложные проблемы возникают при распознавании связной речи. При произнесении связной речи больше сказывается эмоциональная составляющая вводимой информации, и при слитном произношении слов несколько изменяется их звучание — все это, безусловно, затрудняет распознавание.

Наиболее совершенными системами распознавания слитных текстов можно считать системы распознавания речи: Dragon Naturally Speaking компании Dragon Systems, ViaVoice корпорации IBM и Wildfire фирмы Wildfire Communications, Voice Xpress фирмы Lernout&Hauspie Speech Products. Названные системы позволяют обычно после длительной «тренировки» программы надиктовывать «своим» ПК тексты и отдельные команды, иногда даже разным операторам. Так, система ViaVoice позволяет многие виды работ на компьютере выполнять в речевом режиме. Можно надиктовывать текст (письма, отчеты, статьи) непосредственно в Windows-приложения, открывать и закрывать компьютерные файлы, ориентироваться в пределах рабочего стола. Такие речевые команды, как file save, file print, scroll up, scroll down безошибочно выполняются компьютером. Скорость ввода текста достигает 140 слов в минуту, что намного больше средней скорости ввода информации с клавиатуры.

Системы идентификации по образцу речи

Идентификация по образцу речи относится к биометрическим технологиям идентификации человека по его уникальным физическим признакам, таким как отпечатки пальцев, рисунок радужной оболочки глаз. Речь, подобно подписи, характеризуется множеством постоянных физических параметров (которые, кстати, существенно меньше меняются со временем, чем внешность человека). Цель систем идентификации по образцу речи — идентифицировать конкретного известного системе пользователя и выявить самозванца. Взаимодействие пользователя с системой идентификации состоит из трех этапов:

- регистрации пользователя с целью запоминания особенностей его голоса и формирования для него речевой модели;

- тестирования, во время которого выполняется сравнение поступившего образца речи с запомненной речевой моделью пользователя, а также возможное выявление модели самозванца из базы моделей голосов множества прочих людей;
- допуска к работе в системе, если тестирование прошло успешно и пользователь назвал верный пароль.

Механизм распознавания речи

Механизм распознавания речи включает в себя обычно четыре основных блока:

- препроцессор;
- экстрактор;
- компаратор;
- интерпретатор.

Препроцессор или модуль сбора данных обеспечивает приведение речевого сигнала к наиболее качественному виду (производится автоматическая регулировка усиления, подавление эхо-сигнала, фиксация наличия или отсутствия речи и интонационного выделения конца фразы и т. п.).

Экстрактор выполняет спектральный анализ сигнала. Акустико-фонетический поток звуков разбивается на короткие кадры (длительностью примерно по 10 мс) и выявляются спектральные характеристики каждого кадра.

Компаратор выполняет акустическое сравнение выявленных характеристик каждого кадра с имеющимися акустико-фонетическими образцами. Сравнение производится на уровнях выявления контекстно-независимых фонем, контекстно-зависимых фонем и моделей слов.

Интерпретатор решает задачу наилучшего разбиения полученного от компаратора «алфавитного» потока на слова и фразы.

Системы синтеза речи

Системы речевого вывода информации базируются либо на выборке из словаря готовых оцифрованных звуковых последовательностей, либо на синтезаторах речи. Самым простым вариантом является выборка готовых звуковых последовательностей (как в автоответчике), но ввиду большого размера звуковых файлов вывод большого числа слов в этом случае практически невозможен. В таких простых системах часто используются меню, по которым пользователь может выбрать те высказывания, которые он бы хотел услышать. При наличии нужных записей в базе данных их текст озвучивается. Такие системы находят применение, например, в будильниках, в автомобильных навигационных системах и т. д. Формирование речевого вывода более функционально выполняется полными синтезаторами речи в несколько этапов.

Задачей первого этапа является фильтрация шумовых символов текста (знаков препинания, кавычек, тире, скобок и т. п.). Эта задача решается модулем нормализации, который также обрабатывает контекстно-зависимые сокращения, форматы дат, времени, денежных единиц и т. д.

Модуль преобразования на втором этапе переводит текст из орфографического в фонетический формат (из букв в звуки). Для некоторых языков, например для английского, это непростой процесс, поскольку многие слова произносятся не по буквам, а по особым правилам произношения отдельных буквенных сочетаний.

Модуль анализа выполняет одновременно лексикографическую и синтаксическую обработку для выбора варианта произношения, ритма и интонации.

Фонетический модуль, получив от модуля анализа фонетическое представление исходного текста, обогащает звучание речи дифтонгами, трифтонгами, четырехзвучиями и другими полезными составляющими.

Модуль обработки звука преобразует фонетические данные в звуковые сигналы: генерируемые волновые последовательности (с частотой порядка 10 кГц) модулируются фонетическим потоком. На этой стадии выполняется управление громкостью, скоростью речи, тембром голоса.

Среди программ синтеза речи можно назвать шведскую систему Infovox, систему Monologue английской фирмы First Byte, систему Pro Verbe компании Elan Informatique и др.

Компьютерные средства обеспечения звуковых технологий

Компьютерные средства обеспечения звуковых технологий делятся на

- звуковые карты;
- акустические системы.

Звуковые платы (карты)

Звуковые платы (карты) (sound blaster, sound cards) используются для *создания, записи и воспроизведения* различных звуковых сигналов: музыки, речи, шумовых эффектов.

В режиме *создания* звука плата действует как музыкальный инструмент. Звук, создаваемый с помощью звуковой платы, называют «синтезированным».

В режиме *записи* звука плата производит оцифровку звуковых сигналов для последующей их записи в память компьютера.

В режиме *воспроизведения* звука плата работает аналогично цифровому аудиоплееру, преобразуя считанные из памяти цифровые сигналы в аналоговые.

Функционально плата содержит несколько модулей:

- модуль для записи и воспроизведения звука;
- модуль синтезатора звука;
- модуль интерфейсов.

Модуль записи и воспроизведения звука использует для оцифровки звука аналого-цифровые преобразователи (АЦП), а для обратного преобразования — цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП). На качество звука и в том и в другом случае существенно влияет разрядность преобразователей.

Как происходит **оцифровка**? Аналоговый звуковой сигнал в АЦП измеряется через строго определенные последовательные интервалы времени (интервалы дискретизации), измеренные значения его амплитуды квантуются по уровню (заменяются близлежащими дискретными значениями сигнала) и идентифицируются соответствующими двоичными кодами. Разрешающая способность АЦП равна наименьшему изменению аналогового сигнала, приводящему к изменению цифрового кода, то есть определяется разрядностью преобразователя, так как чем больше разрядность кода, тем больше разных дискретных значений сигнала и, соответственно, меньшие интервалы амплитуды аналогового сигнала можно отобразить этим кодом.

Таким образом, качество оцифровки, а соответственно, и последующего звучания оцифрованной аудиоинформации, при прочих равных условиях зависит от разрядности преобразования и частоты дискретизации:

- разрядность преобразования определяет динамический диапазон сигнала;
- частота дискретизации — верхнюю границу диапазона частот звукового сигнала.

Оцифрованный сигнал (его двоичный код) записывается в память машины. При воспроизведении оцифрованного звука в ЦАП двоичные коды заменяются соответствующими им дискретными значениями сигнала для последующего их усиления и воспроизведения через акустическую систему.

Разрядность преобразователей (и соответственно, звуковых плат) бывает разная — наиболее распространены 8- и 16-разрядные. Образно выражаясь, 8-разрядные платы обеспечивают качество звучания, характерное для средненьких кассетных магнитофонов, а 16-разрядные — для аудиосистем на компакт-дисках.

Модуль синтезатора звука. Для синтеза звукового сигнала используется два основных метода:

- синтез с помощью частотной модуляции или FM-синтез (Frequency Modulation);
- синтез с использованием таблицы волн (Wave Table) — табличный WT-синтез.

FM-синтез звука осуществляется с использованием специальных генераторов сигналов, называемых операторами. В операторе можно выделить два базовых элемента: фазовый модулятор и генератор огибающей. Фазовый модулятор определяет частоту (высоту) тона, а генератор огибающей — его амплитуду (громкость). Амплитуда сигнала у разных музыкальных инструментов различна. Например, у фортепиано при нажатии произвольной клавиши амплитуда сигнала сначала быстро возрастает (*attack*), затем несколько спадает (*decay*), после чего следует сравнительно короткий равномерный участок (*sustain*) и, наконец, происходит достаточно медленный спад амплитуды (*release*). Вышеназванные фазы сигнала реализуются именно генератором огибающей, который по первым буквам английских терминов этих фаз часто называют генератором ADSR. В общем случае для воспроизведения голоса одного инструмента достаточно двух операторов:

- первый генерирует колебания несущей частоты, то есть основной тон;
- второй — модулирующую частоту, то есть обертоны.

Но современные звуковые платы способны воспроизводить несколько голосов, например, синтезатор с 18 операторами может имитировать 9 разных голосов.

Многие 16-разрядные звуковые платы используют 4-операторные синтезаторы (например, Yamaha OPL3). Звук, синтезированный FM-методом, за счет скудности обертонов имеет обычно некоторый «металлический» оттенок, то есть не похож на звук настоящего музыкального инструмента.

WT-синтез обеспечивает более качественное звучание. В основе этого синтеза лежат записанные заранее и хранящиеся в памяти платы или компьютера образцы звучания музыкальных инструментов. Синтезаторы этого типа (например, Yamaha OPL4) создают музыку путем манипулирования образцами звучания инструментов (нотами, samples), «зашитыми» в ПЗУ платы или хранящимися на диске ПК. Лучшие звуковые платы позволяют хранить и использовать до 32 Мбайт выборки. При использовании выборок, загружаемых с диска, хорошая плата должна иметь ОЗУ емкостью не менее 1 Мбайт. Выпускаются также табличные расширители, позволяющие увеличить массив задействуемых образцов.

Модуль интерфейсов включает в себя интерфейс музыкальных инструментов, обычно MIDI (Musical Instruments Digital Interface), и средства воспроизведения звука в соответствующем формате. Кроме того, в него могут входить интерфейсы одного или нескольких дисководов CD-ROM. Через этот модуль можно проигрывать компакт-диски, разговаривать через модем и воспроизводить свою собственную компьютерную музыку.

В состав многих звуковых плат кроме названных трех модулей включаются:

- ❑ устройство смешения сигналов от различных источников — микшер; управление амплитудой смешиваемых сигналов выполняется обычно программным способом;
- ❑ модемный и игровой порты, последний обеспечивает качественное звуковое сопровождение компьютерных игр;
- ❑ усилители мощности сигнала с регулятором громкости (такие платы имеют два выхода: линейный — до усилителя и конечный — после усилителя).

Сейчас выпускается огромное количество самых разных звуковых карт и расширителей MIDI-файлов. Современные качественные звуковые платы соответствуют стандарту Basic General MIDI, предусматривающему поддержку 128 инструментов и многотонального исполнения — как минимум 16 каналов одновременно. Рекомендовать какую-либо плату однозначно не представляется возможным, можно высказать лишь общие соображения:

- ❑ среди недорогих одноплатных звуковых карт заслуживает внимания Sound Galaxy Waverider фирмы Aztech;
- ❑ для более требовательных музыкантов рекомендуется расширитель DB50XG с любой 16-битовой платой, например Sound Blaster Value;
- ❑ для особых ценителей качества звучания — Turtle Beach NBS-2000.

Акустические системы

Акустическая система (колонки) является не обязательным, но желательным компонентом мультимедийной системы — при ее использовании восприятие звуковой информации существенно улучшается.

Компьютерные акустические системы, как правило, уступают специализированным Hi-Fi-системам, но качество воспроизведения у них вполне приличное.

Акустические системы бывают *пассивными* и *активными*.

Пассивные не содержат встроенного усилителя и могут подключаться к звуковым платам, имеющим собственный усилитель (обычно 4 Вт, по 2 Вт на канал) и регулятор громкости.

Активные акустические системы оборудованы усилителем и могут подключаться как к линейному выходу звуковой платы, так и к выходу ее усилителя. Источником питания для встроенного в колонки усилителя является внутренний аккумулятор или блок питания, который, в свою очередь, может быть и внутренним, и внешним. Кроме регулятора громкости активные колонки оснащаются обычно и 3-полосным эквалайзером.

Следует иметь в виду, что к линейному выходу звуковой платы может быть подключен линейный вход усилителя бытового аудиоконкомплекса.

Компьютерные средства обеспечения видеотехнологий

Для работы с видеoinформацией необходимо иметь функционально более разнообразное оборудование.

Видеоплата — это собственно видеоконтроллер, рассмотренный ранее в разделе «Видеотерминальные устройства», но для поддержки «живого видео» на ней должна быть микросхема графической акселерации, ускоряющая выполнение огромного числа видеоопераций. В принципе, микросхема-акселератор может находиться и на отдельной плате; при использовании в ПК микропроцессоров типа MMX последний берет некоторые функции ускорения видеоопераций на себя, но акселератор и в этом случае не помешает.

При выборе видеоплаты (видеоконтроллера) для работы с видеoinформацией следует в первую очередь учитывать требуемые разрешающую способность, количество цветов и необходимость акселерации.

Плата видеозахвата (video grabber) выполняет захват кадров видео, их преобразование (в том числе и оцифровку) и запись в память компьютера.

Платы видеозахвата бывают двух типов:

- **«grabbers» кадров** (frame grabber) предназначены для захвата неподвижных изображений;
- **платы захвата** (capture board) могут монтировать целые видеофильмы. Они позволяют получать в компьютере с видеокамеры или видеоманитофона, а при наличии тюнера — и с антенны, отдельные телевизионные кадры и их связанные последовательности для дальнейшей обработки и вывода на принтер или обратно на видеоустройство.

При оцифровке видеосигнала формируются огромные массивы информации. Поэтому возникают серьезные проблемы с динамикой процесса, так как для пересылки одного 256-цветного полноэкранного изображения с разрешающей способностью 1024 × 768 пикселей необходимо передать около 1 Мбайт данных,

что может потребовать до 10 и более секунд. Даже при слабом разрешении (640 × 480 пикселей) объем данных все равно велик — чуть меньше 0,5 Мбайт.

В связи с этим размеры кадров платами видеозахвата уменьшаются: например, при разрешающей способности всего экрана 640 × 480 кадр имеет размер 80 × 60, 160 × 120 (одна шестнадцатая часть экрана, используемая обычно для видео в среде Windows 95), 240 × 180 или 320 × 240 (в пикселях). Существуют высококачественные платы (Creative Lab Video Blaster и т. д.), которые способны воспроизводить видеокadres в полный экран, но и они, как правило, не умеют осуществлять полноэкранный захват.

Ввиду большого объема видеофайлов, они при передаче и записи в память сжимаются (выполняется компрессия видеоданных); при воспроизведении картинки выполняется обратная процедура — декомпрессия. В настоящее время существует несколько методов сжатия данных, реализуемых как программно, так и аппаратно. Средства сжатия данных обычно называют **кодеками** (CODEC — COmpressor-DECompressor или COder-DECoder). Широкое распространение получили, например, кодеки: Motion JPEG, INDEO (INtel viDEO), Cinepak и т. д.

Платы видеозахвата второго типа, несмотря на указанные трудности, открывают широкие перспективы по созданию и обработке динамических изображений в реальном масштабе времени — *живого видео*.

Общепринятых стандартов на аппаратные средства видеотехнологий пока не разработано, поэтому функции управления (видеоконтроллер), ускорения обработки видеосигнала (акселераторы), захвата видеокadres («видеограбберы») и сжатия информации (кодеки) выполняют как отдельные платы, так и интегрированные платы, поддерживающие сразу несколько функций.

В этом аспекте интересна **технология INDEO** (ее предшествующая версия — DVI, Digital Video Interactive), позволяющая эффективно работать с видео на персональном компьютере, имеющем даже МП 80486, с использованием только одной платы — карты расширения Intel Smart Video Recorder на базе микропроцессора Intel 750. Она обеспечивает захват, сжатие и запись видеоизображения в файл на жестком диске за один шаг (в реальном времени и без каких-либо других специальных видеоплат). В отличие от других плат, Intel Smart Video Recorder не использует для видеообработки МП компьютера, а имеет собственный процессор Intel 750, мощность которого достаточна для качественного видео. К тому же, INDEO-технология автоматически адаптирует качество, скорость и разрешение видеоизображения с тем, чтобы полностью использовать возможности компьютера. В частности, она может менять размер кадра в пределах форматов 160 × 120, 240 × 180 и 320 × 240 (в пикселях) при обеспечении до 16,7 млн различных цветовых оттенков.

Вопросы для самопроверки

1. Приведите многоаспектную классификацию мониторов.
2. Перечислите и поясните основные параметры, учитываемые при выборе монитора.

3. Поясните основные факторы, влияющие на здоровье пользователя ЭЛТ-монитора.
4. Дайте классификацию и краткую характеристику мониторов на плоских панелях.
5. Назовите и поясните основные характеристики видеоадаптеров. Поясните связь размера видеопамати с разрешающей способностью монитора.
6. Дайте краткую характеристику растрового и векторного форматов графической информации.
7. Приведите классификацию и основные характеристики принтеров.
8. Приведите классификацию и основные характеристики сканеров.
9. Приведите классификацию и основные характеристики дигитайзеров.
10. Приведите классификацию и основные характеристики плоттеров.
11. Поясните понятия «мультимедиа», «виртуальная реальность».
12. Дайте краткую характеристику средств мультимедиа.
13. Дайте краткую характеристику систем речевого ввода информации.
14. Дайте краткую характеристику компьютерных средств обеспечения речевых технологий.
15. Дайте краткую характеристику компьютерных средств обеспечения видео-технологий.

Глава 8 **Выбор, тестирование и подключение ПК к электросети**

Важнейшим вопросом, возникающим при приобретении и установке компьютера, является вопрос о правильном его выборе. Важность правильного выбора обусловлена тем, что

- номенклатура выпускаемых ПК очень велика;
- характеристики компьютеров существенно отличаются друг от друга;
- стоимость компьютеров достаточно высока.

Вопросы выбора ПК

Следует разобраться с многочисленными рекламными сообщениями об имеющейся в продаже вычислительной технике. Это не так просто, поскольку в этих сообщениях часто используются нестандартные сокращенные обозначения параметров ПК, понятные зачастую лишь самому подателю объявления. Рассмотрим и расшифруем одно рекламное объявление о продаже компьютера, содержащее общепринятые обозначения:

CPU: Pentium II Celeron 500 A, Socket-370, 128K cache;
MB: Chaintech 6BJM, i440BX, Socket-370, ATX, 4 DIMM, AGP, 5 PCI, 2 ISA, Flash BIOS;
RAM: DIMM, 64 Mb, SDRAM, PC100, 6-8 ns;
HDD: 10,2 Gb, Seagate, UDMA/66, 2048 Cache;
FDD: 1,44, 3,5";
Video: 15", CTX PR500T, 0,25, Trinitron, 1024x768/85 Hz, TCO'99; SVGA, Matrox, 16Mb, AGP;
CD-ROM: 40x, Acer, UDMA;
SC: Creative Labs SB, PCI, 128.

Указанный в объявлении компьютер среднего класса имеет:

- CPU: микропроцессор фирмы Intel Celeron A с кэш-памятью I уровня 128 Кбайт, работающий на тактовой частоте 500 МГц, с разъемом Socket-370;

- **MB:** системную (материнскую) плату 6BJM фирмы Chaintech формата ATX с чипсетом i440BX и разъемом Socket-370; на плате также установлены: 4 слота для микромодулей DIMM оперативной памяти, разъемы для интерфейсных шин: 2 разъема системной шины ISA, 5 разъемов локальной шины PCI и разъем ускоренного графического порта AGP, на плате установлена микросхема BIOS типа Flash;
- **RAM:** оперативную память типа SDRAM емкостью 64 Кбайт на микромодулях DIMM, работающую на частоте 100 МГц и имеющую время обращения 6–8 нс;
- **HDD:** накопитель на жестких магнитных дисках (винчестер) фирмы Seagate емкостью 10,2 Гбайт с внутренней кэш-памятью III уровня емкостью 2048 Кбайт и контроллером прямого доступа к оперативной памяти ультра-DMA, обеспечивающим скорость передачи данных 66,6 Мбайт/с;
- **FDD:** дисковод для гибких магнитных дисков емкостью 1,44 Мбайт с фактором 3,5 дюйма;
- **Video:** видеоподсистему включающую в себя:
 - электронно-лучевой монитор (дисплей) STX PR500T профессионального класса фирмы STX на трубке с плоским экраном Trinitron, с размером диагонали трубки 15 дюймов и зерном 0,25 мм, работающей при разрешении 1024 × 768 пикселей с частотой кадровой развертки 85 Гц, монитор удовлетворяет международному стандарту защиты от излучений TCO 99; видеоадаптер (видеокарту) SVGA фирмы Matrox с внутренней памятью 16 Мбайт и ускоренным графическим портом AGP;
 - **CD-ROM:** дисковод для компакт-дисков фирмы Acer, работающий с коэффициентом кратности по скорости до 40x и контроллером прямого доступа к оперативной памяти ультра-DMA;
 - **SC:** звуковую карту SB (Sound Blaster) фирмы Creative Labs с поддержкой голосов 128 музыкальных инструментов, подключаем к шине PCI.

При выборе ПК следует знать, что рейтинг основных характеристик компьютера по данным зарубежных пользователей определяется следующими параметрами (перечислены в порядке убывания их значимости): надежность, разрядность, производительность (тактовая частота), емкость основной памяти, емкость жесткого диска, вид принтера, вид операционной системы, совместимость с другими компьютерами, режимы работы, поддержка сети, габариты. Некоторые из этих параметров, в частности стоящий на первом месте параметр надежности, ни в рекламных сообщениях, ни в паспорте ПК обычно не указываются.

Очень важно правильно оценить конфигурацию компьютера:

- тип основного микропроцессора и материнской платы;
- объем и быстродействие основной и внешней памяти;
- номенклатуру устройств внешней памяти;
- виды системного и локального интерфейсов;

- тип видеоадаптера и видеомонитора;
- типы клавиатуры, принтера, мыши, модема и т. д.

Важнейшей характеристикой является производительность компьютера.

Основные факторы повышения производительности ПК в общем случае выглядят следующим образом.

1. Увеличение тактовой частоты.
2. Увеличение разрядности МП.
3. Увеличение внутренней частоты МП.
4. Конвейеризация выполнения операций в МП и наличие кэш-памяти команд.
5. Увеличение количества регистров МПП.
6. Наличие и объем кэш-памяти.
7. Возможность организации виртуальной памяти.
8. Наличие математического сопроцессора.
9. Пропускная способность системной шины и локальной шины.
10. Объем ОЗУ и его быстродействие.
11. Быстродействие НМД.
12. Пропускная способность локального дискового интерфейса.
13. Организация кэширования дисковой памяти.
14. Объем памяти видеоадаптера и его пропускная способность.
15. Пропускная способность мультикарты, содержащей адаптеры дисковых интерфейсов и поддерживающей последовательные и параллельные порты для подключения принтера, мыши и т. д.

Следует иметь в виду, например, что увеличение оперативной памяти в 2 раза повышает производительность ПК примерно на 75%, а наличие кэш-памяти емкостью 256 Кбайт — на 20%. Важно знать, что производительность современного ПК зависит не только от тактовой частоты, характеристик МП, ОП, НМД и видеосистемы, но и существенно — от интерфейса.

Общие рекомендации

Весьма сложно в наше беспокойное время дать действенные советы по приобретению компьютера. Поколения микропроцессоров и других компьютерных компонентов меняются каждые 1,5–2 года. Производители компьютеров обещают, что пройдет совсем немного времени — и новая техника будет работать в два, а то и в три раза лучше, а стоит при этом она будет столько же или даже меньше. Но не успело появиться новое оборудование в продаже, а производители объявляют о расширенных возможностях проходящей испытания суперновой техники. И она на самом деле появляется.

Как же разобраться в такой кутерьме, да так, чтобы не остаться через несколько лет у разбитого корыта? Вот некоторые полезные советы.

Условно все компьютеры можно разделить на две группы:

- ПК группы brand name, собранные фирмами-производителями основных блоков компьютера (IBM, Compaq и т. д.);
- ПК группы no name — прочие компьютеры, сборку которых осуществляли из комплектующих не фирмы-производители.

Компьютеры brand name должны иметь товарные знаки, указывающие на изготовителя ПК, производителей его комплектующих, торгующую фирму (товарный знак дилера). Наличие товарного знака, помимо всего прочего, определяет перечень услуг, качество обслуживания и другие сервисные факторы, существенные для покупателя.

Компьютеры brand name должны быть сертифицированы (certum — верно, facere — делать: «сделано верно»), что свидетельствует о качестве ПК. Сертификация имеет много видов и аспектов и соответствующую символику. Важны сертификаты соответствия по совместимости, качеству, безопасности, энергосбережению, внешнему излучению и т. п.

ПК brand name очень дороги, тем более имеющие многочисленные сертификаты. Поэтому часто приходится ограничиться выбором компьютера среди «прочих».

Выбор микропроцессора. Микропроцессоры быстро совершенствуются, изменяются и... устаревают. Популярные еще несколько лет назад МП 80486 сейчас уже практически непригодны для серьезных прикладных программ: многие новые программные продукты и периферийные устройства несовместимы с этим МП. По всей видимости, участь МП Pentium через несколько лет будет аналогична. Поэтому желательно приобретать перспективный МП, невзирая на его более высокую стоимость, то есть выбирать МП Pentium III или Pentium 4 (или того же типа).

Системный интерфейс ISA существенно устарел; локальный интерфейс PCI в роли шины расширения совместно с интерфейсом AGP — приемлемый вариант. Подобное же можно сказать и относительно выбора дискового интерфейса: IDE (ATA) сегодня устарел, но EIDE (ATA 2) совместно с ATAPI вполне может удовлетворить средние потребности, и SCSI выбирать вовсе не обязательно (очень дорого). Желательно иметь периферийный интерфейс USB — интерфейс IEEE 1394 пока не предмет первой необходимости.

Объем основной памяти не менее 64 Мбайт, а лучше 128 и более, поскольку многие прикладные программы с меньшими объемами ОП просто не работают либо работают очень медленно. Сегодня наиболее популярна оперативная память типа SDRAM (PC100, PC133), но для системной платы с микропроцессором Pentium 4 следует выбрать память DDR SDRAM или DRDRAM.

Номенклатура устройств внешней памяти:

- жесткий диск — необходим обязательно;
- НГМД — с форм-фактором 3,5 дюйма;

- для локального (не в сети) компьютера необходим и CD-ROM, так как, не говоря уже о мультимедийных приложениях, он поможет существенно сэкономить на емкости жесткого диска, тем более что большинство новых программных продуктов выпускаются на CD. Для хорошего мультимедийного ПК полезен DVD-ROM.
- Желательно приобрести модем, что даст возможность приобщиться к системе телекоммуникаций, а это сегодня уже весьма полезно. Модем следует выбирать высокоскоростной (56 Кбит в секунду), это позволит существенно выиграть на оплате за аренду канала связи (передача по факсу 1 Мбайт данных потребует около 20 часов при скорости 300 бит/с и всего 4 минуты при скорости 56 Кбит/с), тем более что популярные модемы Genius и U.S. Robotics Sportster недороги.

Выбор жесткого диска

Объем дисковой памяти 10 Гбайт сегодня еще приемлем, но, по прогнозам специалистов, многие программные продукты будут требовать для работы 128 Мбайт оперативной и несколько гигабайтов внешней памяти. Кроме того, расход внешней памяти, вызванный текущим накоплением программных продуктов и данных на жестком диске, составляет в среднем 500 Мбайт ежегодно. Следовательно, покупать нужно жесткий диск емкостью не менее 40–60 Гбайт.

При выборе жесткого диска следует обратить внимание на время доступа к информации, которое должно быть порядка 5–7 мс. Трансфер (скорость передачи данных) жесткого диска должен быть в пределах 1500–3000 Кбайт/с. При трансфере меньше 1500 Кбайт/с будет существенно снижаться эффективное быстродействие всего ПК. Следует также обратить внимание на наличие у дисковода внутренней кэш-памяти, заметно улучшающей показатели времени доступа и трансфера.

Выбор видеомонитора

Очень важно правильно выбрать видеомонитор, и не только потому, что его стоимость весьма велика и достигает 30% цены всего компьютера, но и потому, что от монитора зависит комфортность работы и здоровье пользователя.

Монитор должен иметь четкое и ясное изображение, иначе можно испортить зрение. От чего зависит четкость? В первую очередь от размера зерна люминофора, от соответствия этого размера разрешающей способности видеосистемы, от цветности монитора. Монохромный (черно-белый) монитор для профессиональной работы предпочтительнее, так как он менее вреден для зрения, имеет более четкое изображение, да и значительно дешевле цветного. Величина зерна не должна быть больше 0,28 мм, требуемый размер диагонали экрана — не менее 15 дюймов.

Мониторы с частотой кадровой развертки менее 70 Гц и с чересстрочной разверткой нежелательны, так как мерцание экрана пагубно отражается на зре-

нии. Визуально следует проверить четкость фокусировки, а у цветного монитора и сводимость лучей (попадание лучей всех трех цветов в одну точку). Для обеспечения хорошей разрешающей способности монитор должен работать с видеоадаптером SVGA, имеющим видеопамять не менее 16 Мбайт. Экран у монитора желательно иметь плоский, антибликовый, с антистатическим покрытием (типа AS — AntiStatic), с низким уровнем излучения (тип LR — Low Radiation). Монитор должен удовлетворять одной из спецификаций TCO. Итак, при выборе CRT-видеомонитора (дисплея) нужно учесть следующие факторы: цветность, тип монитора (аналоговый или цифровой), параметры экрана, размер зерна экрана, разрешающую способность, частоту кадровой развертки, тип строчной развертки, объем памяти видеоадаптера, уровень радиации.

В последние годы все большую популярность приобретают плоские мониторы: они компактнее, безопаснее для здоровья, а стоимость их неуклонно падает, приближаясь к стоимости CRT-мониторов.

Лучшие современные плоские мониторы имеют диагональ 17 дюймов и больше, яркость 350 кд/м² (кд — кандела, свеча), контрастность 400:1, угол обзора 140–170°, разрешение 1280 × 1024 пикселей, толщину 5–10 см, вес до 3 кг и потребляют менее 30 Вт электроэнергии (в ждущем режиме 3 Вт).

Отметим некоторые особенности выбора плоских мониторов.

- плоские мониторы бывают только цифровыми;
- из-за идеальной прямоугольности и плоскости реальный размер их экрана при той же диагонали несколько больше, чем у CRT-мониторов;
- частота обновления изображения у них из-за послесвечения практически не зависит от частоты кадровой развертки, генерируемой видеокарты, и вполне достаточной является величина 60–70 Гц;
- разрешающая способность плоского монитора является постоянной и также не зависит от видеокарты.

При выборе плоского монитора следует в первую очередь оценить:

- яркость и видимый контраст изображения;
- цветовой баланс и приятность изображения;
- комфортные углы обзора экрана;
- инерционность картинки на экране;
- элементы дизайна монитора.

Выбор принтера

Прежде всего нужно решить, какой принтер вам нужен: черно-белый или цветной, с широкой (для печати развернутого листа) или узкой кареткой. При выборе типа принтера следует иметь в виду, что наилучшее качество печати, разрешающую способность (20–30 точек/мм) и скорость печати (до 1000 знаков/с) имеют лазерные принтеры, но они очень дорогие. Струйные принтеры, в сред-

нем и по качеству печати, и по стоимости занимают промежуточное положение. Матричные принтеры похуже, но, выбрав 24-игольчатый вариант, можно иметь вполне качественное устройство (разрешающая способность до 10 точек/мм, скорость печати до 300 знаков/с).

Принтеры имеют внутреннюю оперативную память, используемую как буфер при обмене данными с ПК и для хранения загружаемых шрифтов. У матричных принтеров объем памяти небольшой — несколько десятков килобайтов, а у лазерных принтеров — до нескольких мегабайтов. Принтеры при печати используют разные типы шрифтов (от 3 до 15 типов). Шрифты в принтерах могут храниться во внутренних ПЗУ (резидентные шрифты) находиться во внешних, подключаемых с помощью специальных разъемов, кассетах (загружаемые аппаратно шрифты) помещаться в буферную память принтера с помощью специальных драйверов (программно загружаемые шрифты). Удобнее, конечно, резидентные шрифты, и, в частности, важно, чтобы был резидентным шрифт кириллицы (в последнем случае принтер считается русифицированным).

Нужно рассмотреть и оценить стоимость (и дефицитность) необходимых расходных материалов: бумаги — обычной, качественной или специальной термореагентной; картриджей с красящей лентой (у матричных принтеров), со специальными чернилами (у струйных принтеров), с красящим порошком (у лазерных принтеров). Самые дорогие расходные материалы нужны для струйных принтеров. Важны и сервисные возможности принтера: автоподача бумаги, наличие лотков для приема листов, возможность работы с листовой и рулонной бумагой и т. д.

Итак, при выборе принтера нужно учесть: цветность, тип принтера (матричный, струйный, лазерный и т. п.), количество игл или сопел, ширину печати, разрешающую способность, скорость печати, русификацию, количество и удобство смены шрифтов, емкость памяти, интерфейс, расходные материалы (в том числе тип и качество используемой бумаги), сервисные возможности.

При покупке компьютера не следует полностью доверяться устной информации о характеристиках ПК, полученной от продавца. Более надежную информацию о компьютере можно получить, проведя его частичное или полное тестирование.

Тестирование компьютера и его основных устройств

Тестовые программы используются для идентификации конфигурации компьютера, его системных ресурсов, а также для его диагностики и оценки его относительной производительности. Тестовые программы можно разделить на две группы:

- специализированные продукты, ориентированные на анализ какой-либо одной подсистемы компьютера. Например, широко используются программы для оценки производительности процессоров, жестких дисков; существуют программы, тестирующие работу оперативной памяти, видеоконтроллеров, звуковых карт и т. д.;

- универсальные программы, позволяющие выполнять комплексный анализ всех подсистем компьютера.

Несмотря на распространенность специализированных программ, наибольшую популярность в качестве тестов получили средства, позволяющие выполнять комплексный анализ подсистем компьютеров. Самыми известными из программ, используемых для тестирования аппаратных средств компьютеров, работающих под управлением систем DOS и Windows 3.xx, являются: SysInfo, CheckIt, PC-CONFIG. Для операционных систем типа Windows 9x это могут быть такие тестовые программы, как WinCheckIt, WinBench, WinStone и т. п. Указанные программы помогают провести комплексный анализ работы как отдельных устройств, входящих в состав системы компьютера, так и их совместного функционирования.

В операционную систему DOS входит утилита Microsoft Diagnostics (MSD.EXE). С ее помощью можно определить ряд несложных неисправностей аппаратуры и/или неправильного конфигурирования системных файлов. Эту программу полезно хранить на системном гибком диске. Часто используются для этой цели и такие программные продукты, как Norton Diagnostic (из пакета Norton Utilities) фирмы Symantec, различные версии пакета CheckIt (Pro, Deluxe) фирмы TouchStone; подробнейшую информацию о компьютере можно почерпнуть из программы Sandra, ASTRA и др.

CheckIt позволяет определить системную конфигурацию ПК, протестировать основные его компоненты и оценить производительность отдельных подсистем. Среди возможностей программы CheckIt можно отметить:

- просмотр содержимого первого мегабайта адресуемой памяти;
- проверку назначения номеров прерываний и каналов прямого доступа к памяти;
- контроль содержимого памяти CMOS;
- получение полного списка драйверов DOS, установленных в системе.

В программе имеются тесты всех типов памяти (стандартной, расширенной и дополнительной), компонентов системной платы (процессора, сопроцессора, контроллеров), часов реального времени, последовательных и параллельных портов, принтеров. Для жесткого диска применяются также операции неразрушающего контроля, проверяющие каждую физическую дорожку. При контроле видеоподсистемы отдельно тестируются текстовые и графические режимы, а также видеопамять. Программа предусматривает интерактивный контроль устройств ввода: клавиатуры, мыши. Могут быть выполнены: идентификация модемов, сетевых плат, приводов CD-ROM, тестирование приводов гибких дисков, редактирование CMOS RAM. Наконец, можно получить оценки производительности для системной платы, жесткого диска (время доступа и скорость передачи), видеоподсистемы (скорость обмена).

Но, пожалуй, наиболее популярной является программа **SysInfo**, выполняющая тестирование и мониторинг всех основных подсистем компьютера. Утилита SysInfo (System Information) входит в пакете Norton Utilities (NU, v. 7.0), предоставляет информацию о системной конфигурации компьютера, его основных

компонентах и их характеристиках, информацию из CMOS-памяти, сведения о резидентных программах DOS и драйверах устройств, сводку задействованных аппаратных и программных прерываний и вектор-адреса программ их обработки. Утилита также позволяет оценить сравнительную (относительно выбранных типовых моделей ПК) производительность компьютера в целом и отдельных его подсистем.

Ниже кратко рассмотрим возможности тестирования и определения основных параметров компьютера, предоставляемые более новой утилитой System Information из пакета Norton Utilities 2002. При работе программы на дисплее в диалоговом режиме отображаются информационные вкладки, содержащие интересующую пользователя информацию.

Каждый экран имеет:

- верхнее меню для интерактивного произвольного доступа к любому информационному разделу в утилите;
- картинку, схематично воспроизводящую тестируемый компонент и/или его характеристики;
- основную часть — информационный бокс раздела с информацией (часто содержит пункты меню, которые могут быть раскрыты щелчком кнопки мыши для получения конкретной информации);
- нижнее меню для более детального отображения информации и регистрации кадров на принтере или в файле.

Верхнее меню содержит следующие разделы (вкладки):

- System (Система) — содержит подменю с командами для отображения общих сведений о компьютере в целом и основных его внешних устройствах;
- Display (Видеосистема) — показывает модели подключенных к компьютеру дисплея и видеокарты и основные характеристики дисплея;
- Printer (Принтер) — показывает модель принтера, вариант его подключения и основные параметры его функционирования;
- Memory (Память) — содержит подменю с командами для выдачи информации об оперативной памяти компьютера и ее логическом распределении;
- Drive (Дисковая память) — приводится подробная информация о дисковой памяти компьютера, содержащая основные сведения о физических и логических дисках компьютера;
- Input (Устройства ввода) — содержит сведения о клавиатуре и манипуляторе мышь, подключенных к компьютеру;
- Multimedia (Средства мультимедиа) — показывает подключенные к компьютеру мультимедийные компоненты и их основные характеристики;
- Network (Сетевое окружение) — содержит информацию о сетевых подключениях компьютера.

Рассмотрим кратко основные кадры утилиты и наиболее полезную информацию, в них содержащуюся.

Получение общей информации о компьютере

Первый кадр, появляющийся при запуске системы, содержит раздел System (Общая информация о системе) (рис. 8.1).

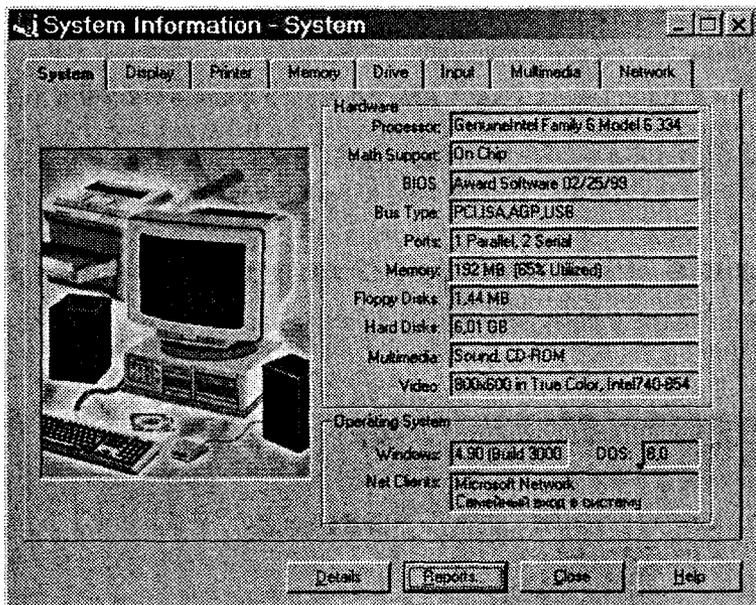


Рис. 8.1. Информация о компьютере

В информационном боксе кадра содержится информация:

- **Hardware** — об аппаратной конфигурации компьютера, в частности:
 - **Processor** — тип центрального процессора, установленного в компьютере;
 - **Math Support** — тип математического сопроцессора, если он представлен отдельной микросхемой, либо указание на то, что он встроен в центральный микропроцессор (*On Chip*) или отсутствует вовсе (*none*);
 - **BIOS** — название и дата выпуска базовой системы ввода-вывода (BIOS), находящейся в ПЗУ и обеспечивающей взаимодействие операционной системы с компьютером;
 - **Bus Type** — перечень интерфейсных шин, используемых в компьютере;
 - **Ports** — количество имеющихся параллельных и последовательных портов;
 - **Memory** — емкость основной памяти и ее занятость;
 - **Floppy Disks** — емкость НГМД, имеющихся в ПК;
 - **Hard Disks** — емкость подключенных к компьютеру жестких дисков;
 - **Multimedia** — наличие и тип мультимедийных компонентов;

- Video — тип видеокарты и установленные режимы разрешения и цветности монитора;
- Operating System — информация об операционной системе, в частности:
 - Windows — версия ОС Windows;
 - DOS — версия ОС DOS;
 - Net Clients — сетевые клиенты.

При нажатии кнопки **Details** можно извлечь много дополнительной информации, например: положение каталогов Windows и SysInfo, количество процессоров в ПК, размер и атрибуты кэш-памяти 1-го и 2-го уровней, поддерживаемые режимы процедур, разрядность, сведения об MMX-технологии и т. д.

Получение информации о видеосистеме

Перейти к вкладке **Display** (Дисплей) можно, нажав одноименную кнопку на верхнем меню.

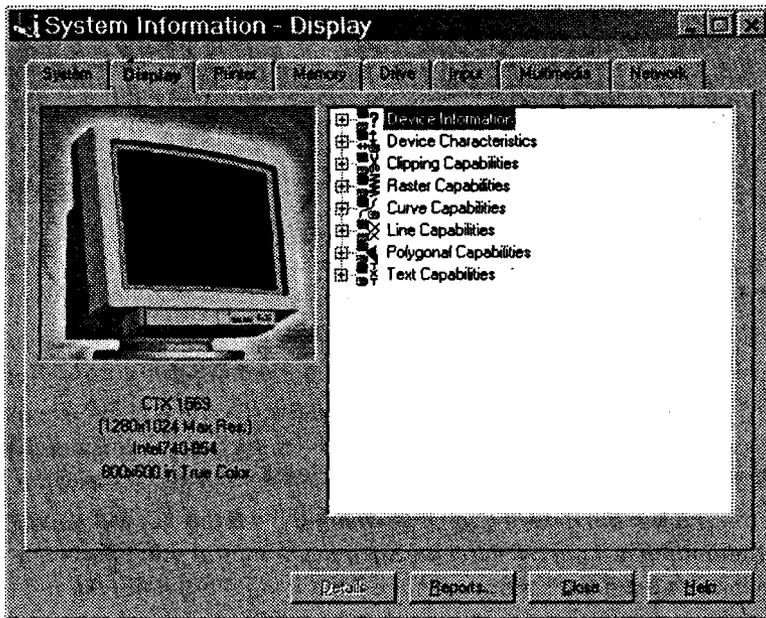


Рис. 8.2. Информация о видеосистеме

Под изображением дисплея и в информационном боксе кадра (рис. 8.2) содержится разнообразная информация, в частности, указаны модели и типы дисплея и видеокарты, характеристики дисплея: размер экрана по горизонтали и вертикали (в миллиметрах), максимальное и установленное горизонтальное и вертикальное разрешения экрана дисплея в пикселях, цветовой стандарт, разрядность цветоуказания и количество отображаемых цветовых оттенков и т. д.

Получение информации о принтере

Под изображением принтера и в информационном кадре (рис. 8.3) приводятся: название модели принтера и его тип, порт подключения, формат стандартного бумажного листа (размеры по горизонтали и вертикали в миллиметрах и в пикселах), разрешающая способность по горизонтали и вертикали в пикселах/дюйм, параметры цветопередачи и поддерживаемых цветовых шрифтов, а также другие характеристики.

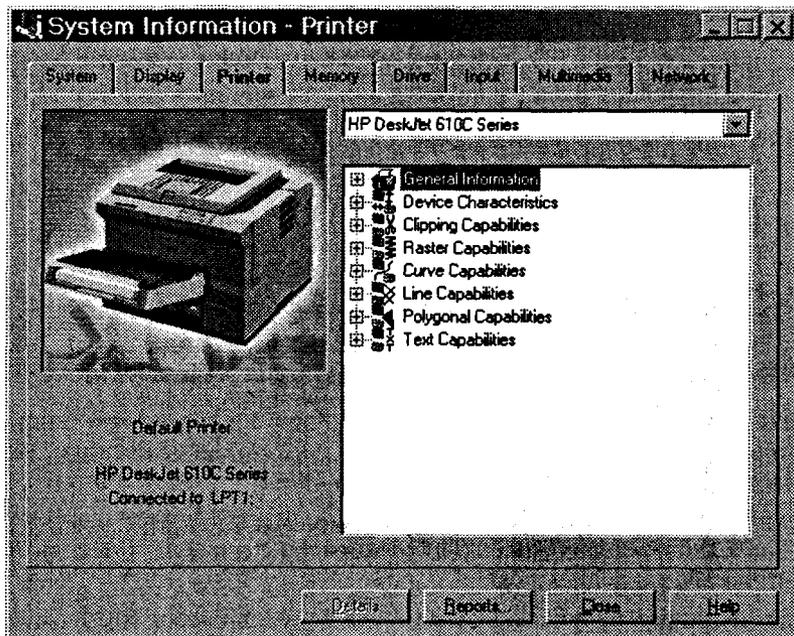


Рис. 8.3. Информация о принтере

Получение информации об основной и виртуальной памяти

Вкладка Memory (Память) обеспечивает отображение информации о наличии и использовании основной и виртуальной памяти ПК (рис. 8.4).

Непосредственно под рисунком приводятся сведения об объемах и занятости основной и виртуальной памяти,

В исходном информационном боксе кадра дан список загруженных в память программ (в том числе и драйверов, а при установке флажка Display Libraries — и подключенных библиотек) указаны их типы и размеры.

При нажатии кнопки Details выводится та же информация о программах, драйверах и библиотеках, подключенных к системе, а также атрибуты основных физических и логических компонентов памяти.

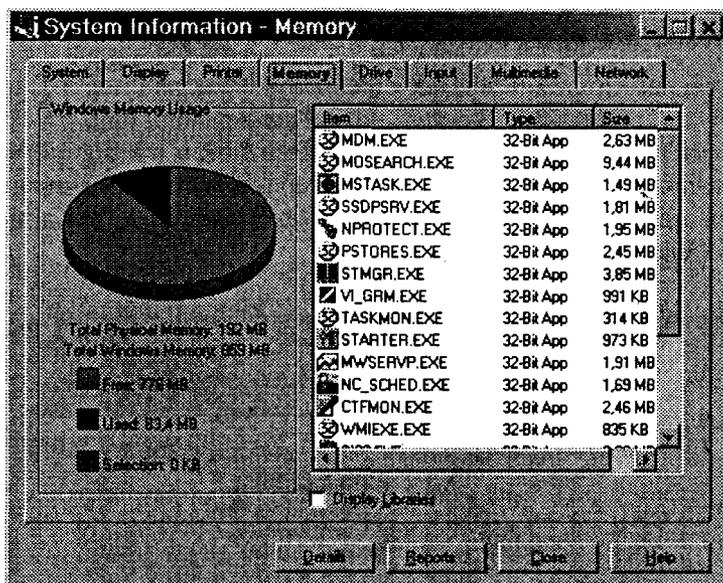


Рис. 8.4. Информация об основной и виртуальной памяти

Получение сведений о дисковой памяти

На вкладке Drive (рис. 8.5) приводится подробная информация о дисковой памяти компьютера, содержащая основные сведения о физических и логических дисках компьютера.

В информационном поле отображается полное иерархическое дерево дисковой памяти. Тип накопителя можно выбрать из раскрывающегося списка: это FDD, HDD и его логический диск, CD.

Непосредственно под рисунком указываются полный, свободный и занятый объемы выбранного в информационной секции типа памяти, а также размер выделенного в каталоге компонента.

При нажатии кнопки Details для выбранного накопителя выводятся:

- информация о типе, атрибутах и размещении файловой системы (FAT 32, 16 или 12);
- физическая структура диска (число цилиндров, количество секторов и дорожек, количество головок);
- логическая структура диска (количество секторов в кластере, размер сектора, полное и свободное количество кластеров, полное и свободное количество байтов);
- другая информация.

Получение информации о клавиатуре и манипуляторе мышь

На вкладке Input (рис. 8.6) приводится краткая информация о клавиатуре и графическом манипуляторе мышь.

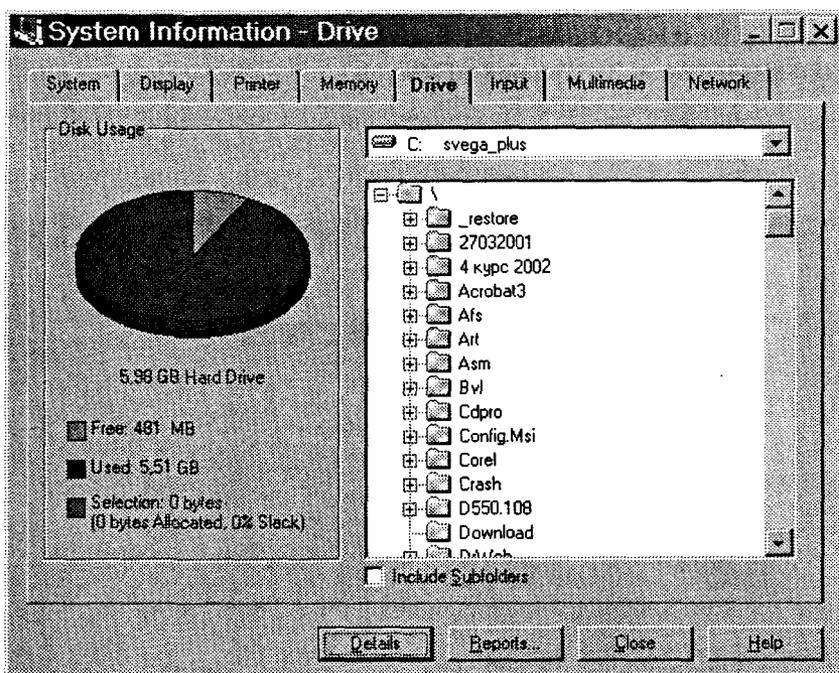


Рис. 8.5. Информация о дисковой памяти компьютера

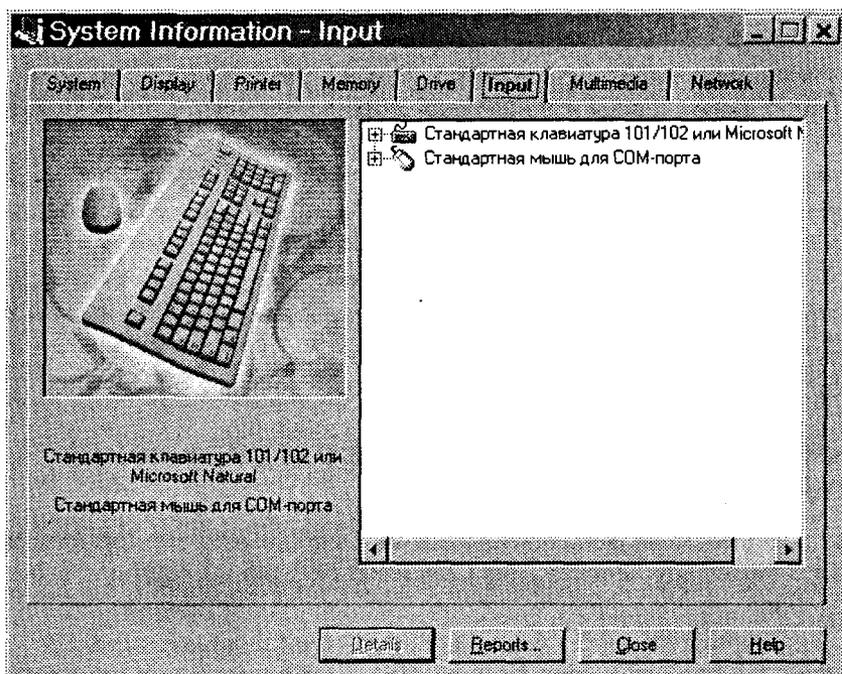


Рис. 8.6. Информация о клавиатуре и манипуляторе мышь

Получение информации о мультимедийных компонентах компьютера

На вкладке Multimedia (рис. 8.7) приводятся сведения о мультимедийных компонентах компьютера.

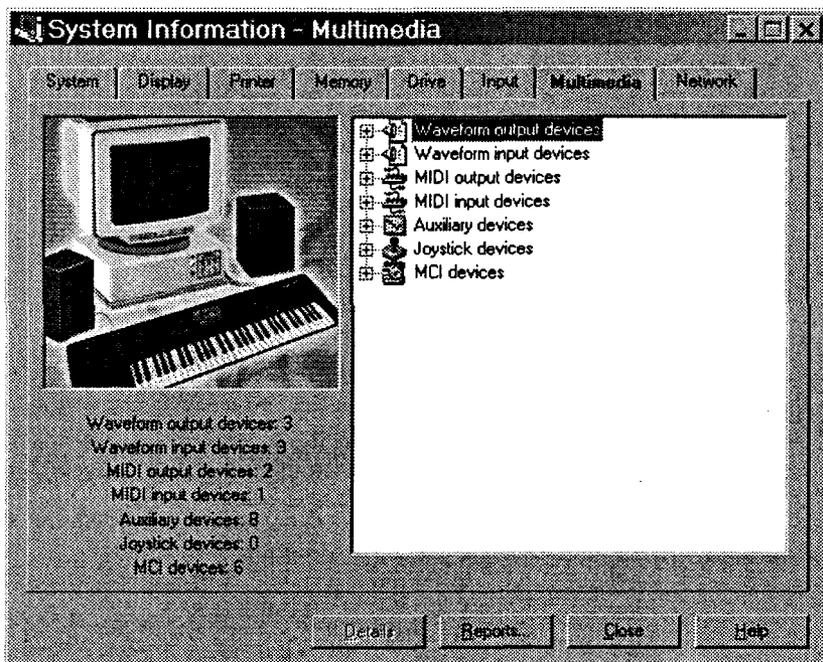


Рис. 8.7. Сведения о мультимедийных компонентах компьютера

Непосредственно под рисунком приводятся названия мультимедийных групп и указывается количество основных компонентов, в них содержащихся.

В информационном боксе кадра можно посмотреть перечень этих компонентов по группам и их основные параметры: атрибуты CD-ROM, звуковой карты SB, FM- и WT-синтезаторов, голосового модема, наличие аппаратного порта MIDI и т. д.

Получение сведений о сетевом окружении компьютера

На вкладке (рис. 8.8) приводятся сведения о сетевом окружении компьютера, в частности об атрибутах входа в сеть Microsoft Network и Семейного входа в систему.

Нажав кнопку Reports, всегда можно получить отчет о параметрах компьютера — в виде файла или в отпечатанном виде. При формировании отчета из появляющегося меню можно выбрать:

- ❑ нужные режимы тестирования;
- ❑ степень подробности отображения параметров компьютера, от краткого до самого детального, включающего в себя информацию, показываемую при нажатии кнопки Details, и перечень всех файлов, имеющихися в памяти компьютера (в последнем случае, правда, отчет может занимать более 1000 страниц текста).

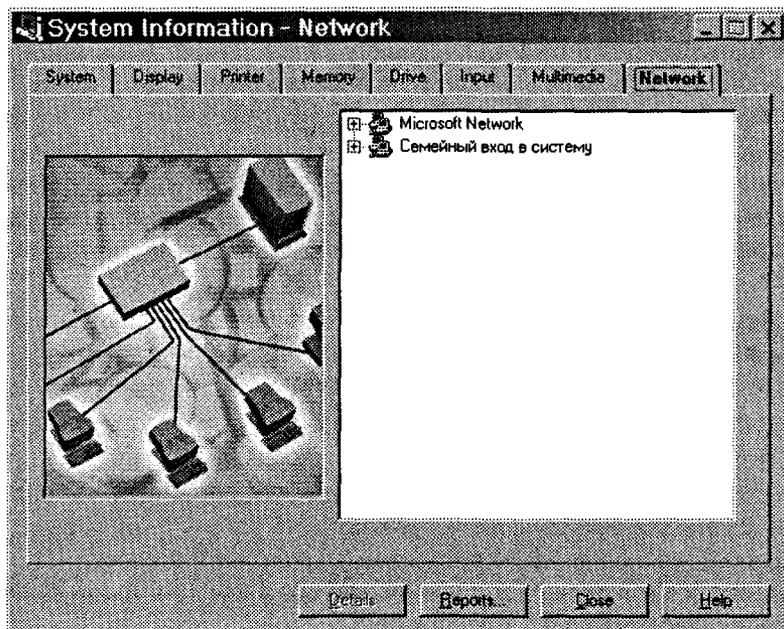


Рис. 8.8. Сведения о сетевом окружении компьютера

К сожалению, программа System Information 2002, в отличие от SysInfo v. 7.0, не позволяет показать сравнительную (относительно выбранных типовых моделей) производительность CPU, жесткого диска и компьютера в целом, а также информацию из CMOS-памяти, сводку задействованных аппаратных и программных прерываний и вектор-адреса программ их обработки, характеристики Expanded- и Extended-разделов основной памяти. Подробно возможности утилиты SysInfo v. 7.0 и особенности ее использования рассмотрены в работе [11].

Подключение ПК к электросети

Для надежной и бесперебойной работы компьютера необходимо предусмотреть специальную систему его питания от электрической сети, защищающую компьютер от различных неожиданностей. А этими неожиданностями в первую очередь являются всевозможные отклонения параметров электроснабжения от стандарта.

С технической точки зрения это:

- пропадание напряжения (blackout) — даже в столь благополучной Европе компьютер испытывает в среднем около 20 полных пропаданий питающего напряжения в год, а что уж говорить о наших электросетях, тем более в сельской местности... Вероятно, все пользователи компьютеров испытывали моральное потрясение, когда в результате даже кратковременного отсутствия напряжения терялась информация в основной памяти, на формирование которой были потрачены часы рабочего времени;
- провал напряжения (brownout) — падение амплитуды напряжения ниже номинальной на очень короткое время, вызванное одновременным включением нескольких мощных потребителей электроэнергии;
- броски напряжения (strike) — кратковременное повышение напряжения, амплитуда которого может достигать нескольких тысяч вольт, вызываемое как статическими разрядами и ударами молний, так и переходными процессами в электросети при включении и выключении мощных потребителей электроэнергии;
- электромагнитные помехи (electromagnetic interference) — отклонение формы напряжения от синусоидальной вследствие индуктивных или гальванических наводок от работы различного оборудования;
- отклонение частоты (frequency deviation) — вызывается нестабильностью частоты источника напряжения.

Все эти отклонения, за исключением полного пропадания напряжения, практически незаметны для человека, но могут нарушить работу компьютера. По некоторым оценкам, до половины необъяснимых неполадок в работе ПК («зависания», сбои при работе программ, ошибки при обращениях к памяти) возникают по причине некачественного электропитания.

Поэтому, хотя бы затем, чтобы уберечь себя от ненужных стрессов, целесообразно оградить компьютер от неблагоприятных воздействий питающей электросети.

Можно рекомендовать использование двух типов устройств электропитания компьютера:

- сетевых фильтров;
- источников бесперебойного питания.

Сетевые фильтры (например типа Pilot) предназначены для защиты цепей электропитания компьютеров и другой электронной аппаратуры от бросков напряжения и электромагнитных помех.

Источники бесперебойного питания (ИБП) осуществляют комплексную защиту компьютера от неприятностей электропитания.

Они выполняют две основные функции:

- обеспечение резервного электропитания при полном пропадании или длительном ощутимом снижении (за пределы установленного диапазона) входного напряжения;

- обеспечение приемлемого качества напряжения питания путем ликвидации неблагоприятных возмущений входного напряжения.

Для реализации названных функций ИБП имеют, соответственно:

- аккумуляторную батарею с зарядным устройством;
- входной фильтр для ликвидации импульсных и электромагнитных возмущений.

ИБП выпускаются трех типов:

- резервные (*offline*) — простейшие ИБП, обеспечивающие лишь минимальную защиту;
- интерактивные (*line interactive*), отличающиеся от резервных наличием схемы стабилизации входного напряжения, предотвращающей, в частности, быстрый разряд аккумулятора при пониженном напряжении питания;
- инвертирующие (*online*) или с двойным преобразованием напряжения, обеспечивающие самую высокую степень защиты, но и относительно дорогие (примерно в 2 раза дороже резервных).

При выборе ИБП следует в первую очередь обратить внимание на:

- выходную мощность устройства — она должна быть примерно на 40% больше мощности, потребляемой всеми блоками компьютера;
- время автономной работы при отключенном питании;
- допустимый диапазон входных напряжений, при котором ИБП работает от сети.

Обычно ИБП весьма требовательны к качеству заземления; если при первом включении источник начинает попискивать, рекомендуется заранее позаботиться о том, чтобы «земля» и нейтральный провод электросети прокладывались отдельно.

Не рекомендуется включать в ИБП лазерные принтеры — во время разогрева лазерного принтера ток, потребляемый им, может превысить номинальное значение в 10 раз.

В 2002 году фирма Guardian on Board выпустила источник бесперебойного питания, конструктивно выполненный в виде PCI-карты Powercard 420VA, размещаемой внутри ПК.

Вопросы для самопроверки

1. Найдите несколько рекламных объявлений о продаже компьютеров, расшифруйте сокращенные обозначения их параметров и дайте оценку технического уровня рекламируемого компьютера.
2. Назовите и поясните основные параметры компьютера, которые следует учитывать при его выборе.
3. Назовите и поясните основные факторы повышения производительности компьютера.

4. Дайте краткое обоснование необходимой емкости запоминающих устройств ПК: основной памяти, жесткого диска, кэш-памяти.
5. Поясните назначение и опишите методику проведения тестирования компьютера.
6. Назовите и поясните основные характеристики ПК, определяемые программой.
7. Дайте краткую характеристику основных факторов, нарушающих работу системы электропитания компьютера.
8. Поясните назначение и функциональные возможности сетевых фильтров и источников бесперебойного питания.

Часть III
Программное
управление

Глава 9 Программное управление — основа автоматизации вычислительного процесса

Решение задач на компьютере реализуется программным способом, то есть путем выполнения последовательно во времени отдельных операций над информацией, предусмотренных алгоритмом решения задачи.

Алгоритм — это точно определенная последовательность действий, которые необходимо выполнить над исходной информацией, чтобы получить решение задачи.

Понятие алгоритма — одно из важнейших понятий математики, так как назначением математики и является разработка рациональных алгоритмов решения задач. Существует раздел математики — теория алгоритмов, занимающаяся разработкой методов и форм построения алгоритмов решения задач. Алгоритм решения задачи на вычислительной машине — это частный случай математического алгоритма.

Основными свойствами правильно построенного алгоритма являются:

- ❑ *результативность* — алгоритм должен давать конкретное конструктивное решение, а не указывать на возможность решения вообще;
- ❑ *достоверность* — алгоритм должен соответствовать сущности задачи и формировать верные, не допускающие неоднозначного толкования решения;
- ❑ *реалистичность* — возможность реализации алгоритма при заданных ограничениях: временных, программных, аппаратных;
- ❑ *массовость* — алгоритм должен быть воспроизводимым, пригодным для решения всех задач определенного класса на всем множестве допустимых значений исходных данных;
- ❑ *детерминированность* (определенность) — алгоритм должен содержать набор точных и понятных указаний, не допускающих неоднозначного толкования;

- *дискретность* — допустимость расчленения алгоритма на отдельные этапы с возможностью последовательной их реализации на машине;
- *экономичность* — алгоритм должен обеспечивать необходимую и достаточную точность решения задачи.

Алгоритм должен быть понятен (доступен) пользователю и/или машине. Доступность пользователю означает, что он обязан отображаться посредством конкретных формализованных изобразительных средств, понятных пользователю. В качестве таких изобразительных средств используются следующие способы их записи: словесный, формульный, табличный, операторный, графический, макроязык программирования:

- при *словесном способе* записи содержание последовательных этапов алгоритма описывается в произвольной форме на естественном языке;
- *формульный способ* основан на строго формализованном аналитическом задании необходимых для исполнения действий;
- *табличный способ* подразумевает отображение алгоритма в виде таблиц, использующих аппарат реляционного исчисления и алгебру логики для задания подлежащих исполнению взаимных связей между данными, содержащимися в таблице;
- *операторный способ* базируется на использовании для отображения алгоритма условного набора специальных операторов: арифметических, логических, печати, ввода данных и т. д.; операторы снабжаются индексами и между ними указываются необходимые переходы, а сами индексированные операторы описываются чаще всего в табличной форме;
- *графическое отображение* алгоритмов в виде *блок-схем* — самый распространенный способ. Графические символы, отображающие выполняемые процедуры, стандартизованы. Наряду с основными символами используются и вспомогательные, поясняющие процедуры и связи между ними;
- алгоритмы могут быть записаны и в виде команд какого-либо языка *программирования*. Если это макрокоманды, то алгоритм читаем и пользователем-программистом, и вычислительной машиной, имеющей транслятор с соответствующего языка.

Языки, представляющие алгоритмы в виде последовательности читаемых программистом (не двоично-кодированных) команд, называются алгоритмическими языками. **Алгоритмические языки** подразделяются на машинно-ориентированные, процедурно-ориентированные и проблемно-ориентированные.

Машинно-ориентированные языки относятся к языкам программирования низкого уровня — программирование на них наиболее трудоемко, но позволяет создавать оптимальные программы, максимально учитывающие функционально-структурные особенности конкретного компьютера. Программы на этих языках, при прочих равных условиях, будут более короткими и быстрыми. Кроме того, знание основ программирования на машинно-ориентированном языке позволяет специалисту подробнейшим образом разобраться с архитектурой компьютера.

Именно последнее в большей степени и обуславливает целесообразность ознакомления с машинно-ориентированным языком, каковым и является язык ассемблер, при изучении вычислительных систем. Большинство команд машинно-ориентированных языков при трансляции (переводе) на машинный (двоичный) язык генерируют одну машинную команду.

Процедурно-ориентированные и *проблемно-ориентированные языки* относятся к языкам высокого уровня, использующим макрокоманды. Макрокоманда при трансляции генерирует много машинных команд: для процедурно-ориентированной макрокоманды это соотношение в среднем «1 к десяткам машинных команд», а для проблемно-ориентированной команды это «1 к сотням машинных команд». Процедурно-ориентированные языки программирования являются самыми используемыми (Basic, Pascal, C++, PL, ALGOL, COBOL и еще десятки популярных языков). В этом случае программист должен описывать всю процедуру решения задачи, тогда как проблемно-ориентированные языки (их называют также непроцедурными) позволяют лишь формально идентифицировать проблему и указать состав, структуры представления и форматы входной и выходной информации для задачи.

Все языки программирования, и языки машинно-ориентированные, и языки высокого уровня, для их восприятия компьютером требуют наличия программ перевода — трансляторов на машинный язык.

Трансляторы бывают двух типов: *трансляторы-компиляторы* и *трансляторы-интерпретаторы*.

Компиляторы при трансляции переводят на машинный язык сразу всю программу и затем хранят ее в памяти машины в двоичных кодах. *Интерпретаторы* каждый раз при исполнении программы заново преобразуют в машинные коды каждую макрокоманду и передают ее для непосредственного выполнения компьютеру. В памяти интерпретируемые программы хранятся в виде исходных макрокоманд и поэтому в любой момент читаемы человеком.

Откомпилированные двоично-кодированные программы практически человеком не читаемы. Но их можно вызвать в специальную программу-отладчик (DEBUG и его разновидности), которая переведет эти программы на язык ассемблер, то есть сделает их «человекочитаемыми» (еще один довод в пользу изучения языка ассемблер).

Итак, алгоритм непосредственно воспринимается и исполняется компьютером, если он представлен в двоичном коде на машинном языке.

Алгоритм решения задачи, заданный в виде последовательности команд на языке вычислительной машины (в кодах машины), называется **машинной программой**.

Команда машинной программы (иначе, **машинная команда**) — это элементарная инструкция машине, выполняемая ею автоматически без каких-либо дополнительных указаний и пояснений.

Машинная команда состоит из двух частей: операционной и адресной.

Операционная часть команды (КОП — код операции) — это группа разрядов в команде, предназначенная для представления кода операции машины.

Адресная часть команды (Адреса) — это группа разрядов в команде, в которых записываются *коды адреса* (адресов) ячеек памяти машины, предназначенных для оперативного хранения информации, или иных объектов, задействованных при выполнении команды. Часто эти адреса называются адресами *операндов*, то есть чисел, участвующих в операции.

По количеству адресов (а1, а2, а3, ...), записываемых в команде, команды делятся на безадресные, одно-, двух- и трехадресные.

□ Типовая структура трехадресной команды:

КОП	а1	а2	а3
-----	----	----	----

а2 и а3 — адреса ячеек (регистров), где расположены, соответственно, первое и второе числа, участвующие в операции, а1 — адрес ячейки (регистра), куда следует поместить число, полученное в результате выполнения операции.

□ Типовая структура двухадресной команды:

КОП	а1	а2
-----	----	----

а1 — это обычно адрес ячейки (регистра), где хранится первое из чисел, участвующих в операции, и куда после завершения операции должен быть записан результат операции; а2 — обычно адрес ячейки (регистра), где хранится второе участвующее в операции число.

□ Типовая структура одноадресной команды:

КОП	а1
-----	----

где а1 в зависимости от модификации команды может обозначать либо адрес ячейки (регистра), в которой хранится одно из чисел, участвующих в операции, либо адрес ячейки (регистра), куда следует поместить число — результат операции.

Безадресная команда содержит только код операции, а информация для нее должна быть заранее помещена в определенные регистры машины.

Наибольшее применение в ПК нашли *двухадресные* команды.

Пример двухадресной команды, записанной на языке символического кодирования:

СЛ	0103	5102
----	------	------

Эту команду следует расшифровать так: сложить число, записанное в ячейке 0103 памяти, с числом, записанным в ячейке 5102, а затем результат (то есть сумму) поместить в ячейку 0103.

В кодах машины любая команда содержит только двоичные цифры записанных объектов.

Состав машинных команд

Современные компьютеры автоматически выполняют несколько сотен различных команд. Например, стандартный набор современных ПК IBM PC содержит более 240 машинных команд.

Все машинные команды можно разделить на группы по видам выполняемых операций:

- операции пересылки информации внутри компьютера;
- арифметические операции над информацией;
- логические операции над информацией;
- операции над строками (текстовой информацией);
- операции обращения к внешним устройствам компьютера;
- операции передачи управления;
- обслуживающие и вспомогательные операции.

Пояснения требуют операции передачи управления (или иначе — ветвления программы), которые служат для изменения естественного порядка выполнения команд. Существуют операции безусловной передачи управления и операции условной передачи управления.

Операции *безусловной передачи управления* всегда приводят к выполнению после данной команды не следующей по порядку, а той, адрес которой в явном или неявном виде указан в адресной части команды.

Операции *условной передачи управления* тоже вызывают передачу управления по адресу, указанному в адресной части команды, но только в том случае, если выполняется некоторое заранее оговоренное для этой команды условие. Это условие в явном или неявном виде указано в коде операции команды. Команд условной передачи управления насчитывается обычно до нескольких десятков — по числу используемых условий.

Команд безусловных передач управления обычно только три:

- команда передачи управления, которая просто передает управление по заданному адресу и больше никаких действий не выполняет;
- команда передачи управления (ее часто называют командой вызова процедуры или подпрограммы), которая, кроме передачи управления процедуре, еще и запоминает в специальной стековой памяти адрес следующей команды (адрес возврата из процедуры);
- безадресная команда передачи управления (команда возврата из процедуры) возвращающая управление по запомненному адресу возврата.

Вторая и третья из названных команд безусловных передач управления работают «на пару» — одна передает управление процедуре, другая возвращает из нее. Важную роль в выполнении этих команд передачи управления (да и при многих других ситуациях, обрабатываемых компьютером) играет специальным образом организованная область оперативной памяти — *стековая* память. Обращение к ячейкам этой памяти выполняется по принципу «последний записанный операнд первым считывается» или иначе «первым вошел — последним вышел» (FILO —

first input, last output). Стековая память позволяет удобно реализовать процессы иерархического обращения ко многим процедурам (количество уровней иерархии практически не ограничено), последовательно записывая и выдавая по принципу FILO адреса возврата каждой из них.

Последовательность подготовки и решения задачи на компьютере обычно следующая.

1. Формулировка и формализованная постановка задачи.
2. Выбор математической модели и метода решения задачи.
3. Разработка алгоритма решения задачи, то есть последовательности процедур, которые необходимо выполнить для решения задачи.
4. Составление программы решения задачи, то есть запись алгоритма решения задачи на языке, понятном машине.
5. Ввод программы в компьютер и ее отладка.
6. Ввод исходных данных и решение задачи на компьютере.
7. Анализ полученных результатов и выводы по результатам решения.

Режимы работы компьютеров

Однопрограммные и многопрограммные режимы

Вычислительные машины могут выполнять обработку информации в разных режимах:

- однопрограммном (монопольном) режиме;
- многопрограммном режиме, который можно подразделить на:
 - режим пакетной обработки информации;
 - режим разделения машинного времени.

Последний, в свою очередь, имеет разновидности:

- диалоговый режим,
- режим реального времени.

Однопрограммный режим использования компьютера самый простой, применяется во всех поколениях компьютеров. Из современных машин этот режим чаще всего используется в персональных компьютерах, где он называется *реальным режимом* работы микропроцессора. В этом режиме все ресурсы ПК передаются одному пользователю. Пользователь сам готовит и машину, и всю необходимую для решения задач информацию, загружает программу и данные, непосредственно наблюдает за ходом решения задачи и выводом результатов. Такой вариант режима называют режимом *непосредственного доступа*.

Однопрограммный режим имеет и второй вариант — вариант *косвенного доступа*, при котором пользователь не имеет непосредственного контакта с компьютером. В этом варианте пользователь готовит свое задание и отдает его на машину. Задача запускается в порядке очередности и по мере готовности результаты ее

решения выдаются пользователю. Этот вариант, бывший когда-то самым распространенным, сейчас практически, по крайней мере на персональных компьютерах, не используется. Однопрограммный режим непосредственного доступа весьма удобен для пользователя, но для него характерен чрезвычайно низкий коэффициент загрузки оборудования — временные простои многих устройств машины и в период подготовки задачи для решения, и непосредственно при решении задачи (при вычислениях в процессоре простаивают внешние устройства, при печати простаивают процессор, основная и внешняя память и т. д.). Поэтому даже в современных ПК, для которых характерен именно однопрограммный режим (в силу их «персональности»), последний в микропроцессорах обогащается многоступенчатой суперконвейерной обработкой данных, использующей некоторые элементы многопрограммности.

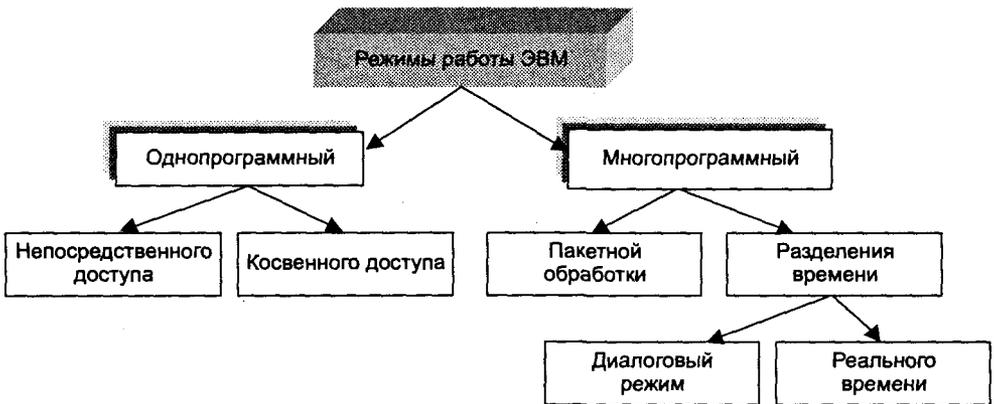


Рис. 9.1. Классификация режимов работы компьютеров

Многопрограммный (его также называют мультипрограммным, многозадачным, а в ПК и многопользовательским¹) режим обеспечивает лучшее расходование ресурсов компьютера, но несколько ущемляет интересы пользователя. Для реализации этого режима необходимо прежде всего разделение ресурсов машины в пространстве (на множестве устройств компьютера) и во времени. Естественно, такое разделение ресурсов эффективно может выполняться только автоматически, — следовательно, требуется автоматическое управление вычислениями. Автоматическое управление особо необходимо для распределения памяти между несколькими одновременно запускаемыми программами, поскольку программы готовятся пользователями независимо друг от друга, в них не выполняется предварительно статическое распределение памяти (как и других программных и технических ресурсов машины). В процессе решения задач недопустимо одновременное обращение двух программ к одному и тому же файлу, устройству.

¹ Многопользовательский режим, строго говоря, отличается от многозадачного хотя бы тем, что в первом требуется дополнительная диспетчеризация, обеспечивающая интерактивный (диалоговый) режим работы пользователей.

Все названные проблемы решают операционные системы, обеспечивающие многопрограммную работу компьютера, помогают им в этом драйверы устройств машины и автозагрузчики (загрузчики) программ.

Важнейшая проблема — **защита памяти**. Недопустимо несанкционированное, пусть и одновременное обращение двух программ к одним и тем же областям памяти для изменения информации. Для предотвращения такого несанкционированного случайного доступа к памяти, выделенной для другой задачи, служит специальная система защиты памяти. Важность проблемы защиты памяти подчеркивается тем фактом, что многопрограммный режим работы микропроцессора в ПК обычно называют *защищенным режимом*.

Простейшим вариантом многопрограммного режима является **режим пакетной обработки**. Он в максимальной степени обеспечивает загрузку всех ресурсов машины, но наименее удобен пользователю. В классических системах пакетной обработки информации все подлежащие решению задачи анализировались и объединялись в различные группы (пакеты) с тем, чтобы в пределах пакета обеспечивалась равномерная загрузка всех устройств машины. Например, задача, связанная с длительным выводом информации на печать, объединялась с задачей, интенсивно использующей внешнюю память, и с задачей, требующей сложных вычислений в процессоре и т. п. После формирования всех пакетов они по очереди запускались на обработку. Пользователь в этом режиме обращался к машине два раза: первый раз для ввода задания, второй раз для получения результатов — по современной терминологии такой режим относится к режимам группы «offline».

В персональных компьютерах, ввиду небольшого количества одновременно решаемых задач, режим пакетной обработки претерпел существенные изменения и сводится по существу к последовательному решению одновременно поступивших задач (пакета задач) в соответствии с их важностью (приоритетностью) и временем поступления. Переход к решению следующей задачи выполняется только после окончательного завершения текущей. Правда, в развитых системах такой пакетной обработки при внезапном поступлении информации по более приоритетной задаче, выполняемая на компьютере менее приоритетная задача уступает свое место (прерывается).

Второй частный случай многопрограммного режима — **режим разделения времени** характерен тем, что на машине действительно одновременно решается несколько задач, каждой из которых по очереди выделяются кванты времени, обычно недостаточные для полного решения задачи. Условием прерывания решения текущей задачи служит либо истечение кванта выделенного времени, либо обращение к процессору какого-либо приоритетного внешнего устройства, например клавиатуры для ввода информации.

Прерывание задачи от клавиатуры является типичным для *диалогового режима* работы ПК, представляющего собой частный случай режима разделения времени. Диалоговые режимы характерны для многопользовательских систем: они обеспечивают одновременную работу нескольких пользователей при решении задач в интерактивном режиме. В процессе решения задачи пользователь имеет возможность корректировать ход выполнения своего задания. Диалоговые

системы активно используются при совместной работе нескольких пользователей даже с одной программой: формирование и корректировка баз данных, программ, чертежей, схем и документов.

Режим реального времени — еще один вариант режима с разделением машинного времени. Этот режим применяется в основном в динамических системах управления и диагностики, когда строго регламентируется время ответа системы (выполнения задания) на случайно поступающие запросы.

Все режимы разделения машинного времени обеспечивают пользователю работу в режиме «online».

Основная нагрузка при реализации многопрограммных режимов, как уже говорилось, ложится на операционную систему. Все операционные системы обеспечивают выполнение этих режимов. Все современные операционные системы обладают эффективными возможностями, поддерживающими не только многозадачные и многопользовательские режимы с развитой системой приоритетного прерывания, но и многопроцессорность их исполнения, то есть распределение заданий между несколькими микропроцессорами, имеющимися в системе.

Система прерываний программ в ПК

Важнейшая роль в реализации сложных режимов работы отводится системе прерывания программ.

Прерывание — это приостанов выполнения в процессоре программы с целью выполнения какой-то более важной или нужной в данный момент другой программы или процедуры, после завершения которой продолжается выполнение прерванной программы с момента ее прерывания. Прерывание позволяет компьютеру приостановить любое свое действие и временно переключиться на другое, как заранее запланированное, так и неожиданное, вызванное непредсказуемой ситуацией в работе машины или ее компонента. Каждое прерывание влечет за собой загрузку определенной программы, предназначенной для обработки возникшей ситуации — *программы обработки прерывания*.

Организация и управление прерываниями функционально во многом смыкается с управлением задачами — одной из базовых функций операционных систем. Основой для управления процессом одновременного решения нескольких задач (равно как и управления прерываниями) являются процедуры:

- выбора очередной задачи или определения приоритета задачи;
- сохранения информации о статусе задачи при ее прерывании (формирование слова состояния программы);
- упреждения и устранения конфликтов между задачами (координации и синхронизации выполнения задач).

Последовательность действий процессора при реализации прерывания такова. При появлении *запроса на прерывание*, запланированное заранее или неожиданное, процессор, как правило, после завершения выполнения текущей команды

программы анализирует допустимость (разрешенность и приоритетность) данного вида прерывания. Если оно разрешено, процессор производит следующие действия:

- записывает в стековой памяти текущее состояние прерываемой программы (состояние некоторых регистров МПП, в частности регистров FL, CS, IP, а в микропроцессорах МП80286 и выше — и слова состояния программы, хранящиеся в другом регистре МПП);
- посылает источнику запроса на прерывание запрос о причине (*коде*) прерывания;
- анализирует код запрошенного прерывания (номер прерывания — N_i) и формирует адрес ячейки (AV), хранящей вектор прерывания (вектор-адрес программы обработки прерывания) по формуле $AV = 4 \cdot N_i$ (векторы прерываний занимают начальную 1024-байтовую область ОП с адресами ячеек от 00000 до 00400h (шестнадцатеричный код) так, что адрес вектора вычисляется простым умножением номера прерывания на четыре, так как CS и IP занимают по 2 байта каждый);
- считывает из ОП и записывает в регистры МПП (в регистры FL, CS, IP и т. д.) вектор прерывания и его атрибуты;
- сбрасывает (устанавливает в 0) флаги прерывания (IF) и трассировки (TF);
- выполняет программу обработки прерывания (которую иногда называют драйвером прерывания);
- после выполнения программы обработки прерывания возвращает из стековой памяти параметры прерванной программы в регистры МПП и восстанавливает процесс выполнения прерванной программы.

Видов (номеров) прерывания может быть всего 256, и, соответственно, векторов прерывания (адресов CS:IP программ обработки прерываний) в ОП насчитывается до 256. Классификация видов прерываний показана на рис. 9.2.

Прикладные прерывания временно устанавливаются пользователем при многопрограммной работе МП для указания приоритета выполнения прикладных программ (при появлении необходимости выполнения более приоритетной программы текущая менее приоритетная программа прерывается).

Псевдопрерывания служат для запоминания важных фиксированных адресов, которые могут быть использованы в программах, в частности, при условных и безусловных передачах управления (запоминание адресов передачи управления как векторов прерывания возможно благодаря аналогии выполнения прерывания и обращения к процедурам).

Аппаратные прерывания инициируются при обращениях к МП со стороны внешних устройств (таймера, клавиатуры, дисководов, принтера и т. д.) с требованием уделить им внимание и выполнить совместно с ними те или иные процедуры. Прерывания от таймера, например, повторяются 18 раз в секунду, от клавиатуры — при каждом программно не запланированном нажатии некоторых клавиш и т. п. Аппаратные прерывания не координируются с работой программы и могут

быть весьма разнообразны. Для их систематизации и определения очередности выполнения при одновременном возникновении нескольких из них обычно используется контроллер прерываний.

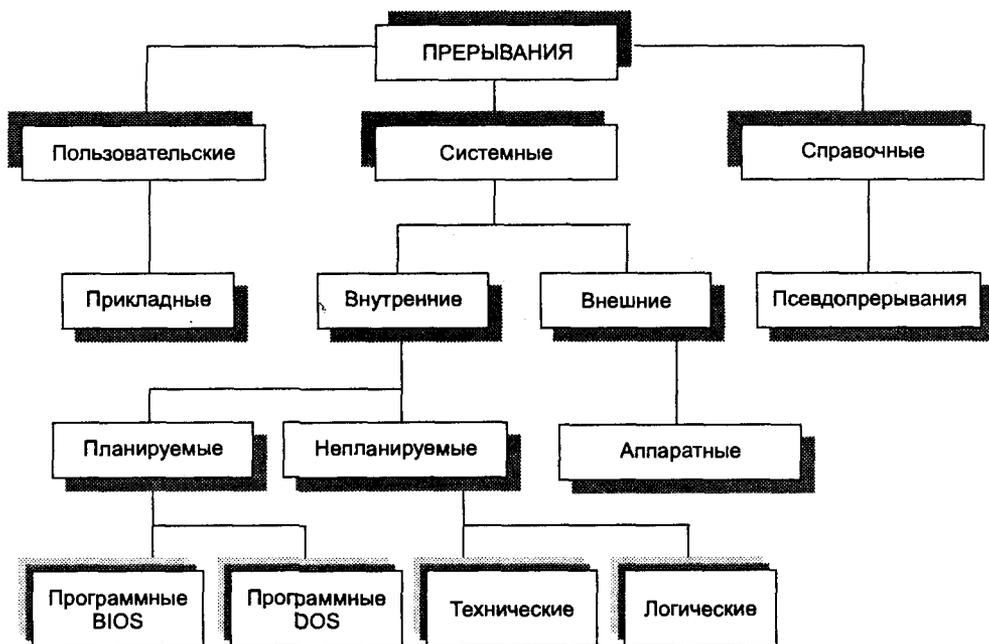


Рис. 9.2. Классификация видов прерываний в МП

Программные прерывания — это обычные процедуры, которые вызывает текущая программа для выполнения предусмотренных в ней стандартных подпрограмм, чаще всего подпрограмм — служебных функций работы с внешними устройствами, то есть фактически программные прерывания ничего не прерывают. Программные прерывания делятся на две большие группы, вызывающие служебные функции:

- базовой системы ввода-вывода — прерывания BIOS;
- операционной системы — прерывания DOS.

Программы обработки прерываний DOS, в отличие от программ обработки прерываний BIOS, не встроены в ПЗУ и для разных операционных систем могут быть разными. К программным прерываниям можно отнести также прерывания при пошаговом исполнении программы, при работе с контрольным остановом и т. д.

Технические прерывания (или, иначе, прерывания от схем контроля) возникают при появлении отказов и сбоев в работе технических средств (аппаратуре) ПК. Большинство технических прерываний не маскируются, то есть они разрешаются всегда, а некоторые из них относятся к категории «аварийных» (например, отключение питания), и при их возникновении даже не запрашивается причина

прерывания, а просто, по возможности, спасаются важные промежуточные результаты — записываются в безопасное место, в НЖМД, например.

Логические прерывания возникают при появлении ошибок в выполняемых программах (деление на 0, потеря точности мантиссы, нарушение защиты памяти и т. п.). Многие из логических прерываний также относятся к категории немаскируемых.

Прерывания обслуживаются базовой системой ввода-вывода — модулем расширения BIOS и модулем обработки прерываний DOS. BIOS и блок расширения BIOS имеют дело в основном с непланируемыми техническими и логическими прерываниями, пользовательскими прикладными прерываниями, а также со многими планируемыми прерываниями, обслуживающими систему ввода-вывода, детализированными и не очень детализированными (прерывания, обслуживаемые BIOS, часто называют прерываниями нижнего уровня).

Модуль обработки прерываний DOS обслуживает в большинстве планируемые прерывания, в том числе и прерывания системы ввода-вывода. Прерывания DOS часто называют прерываниями верхнего уровня, так как, с одной стороны, в этих прерываниях меньше учитываются технические особенности элементов ПК, а с другой стороны, при обработке этих прерываний часто случаются обращения к программам прерываний системы BIOS. Большинство прерываний BIOS имеют близкие аналоги среди прерываний DOS.

Следует сказать, что использование прерываний BIOS позволяет, как правило, более детализированно выполнить обращения к различным системным ресурсам ПК, к элементам информационных структур и их атрибутам. Однако прерывания DOS более просты в использовании при программировании. Поэтому начинающим программистам можно рекомендовать работать с прерываниями DOS, особенно с расширенными функциями DOS для работы с файлами. Схема организации приема запросов на прерывания показана на рис. 9.3.

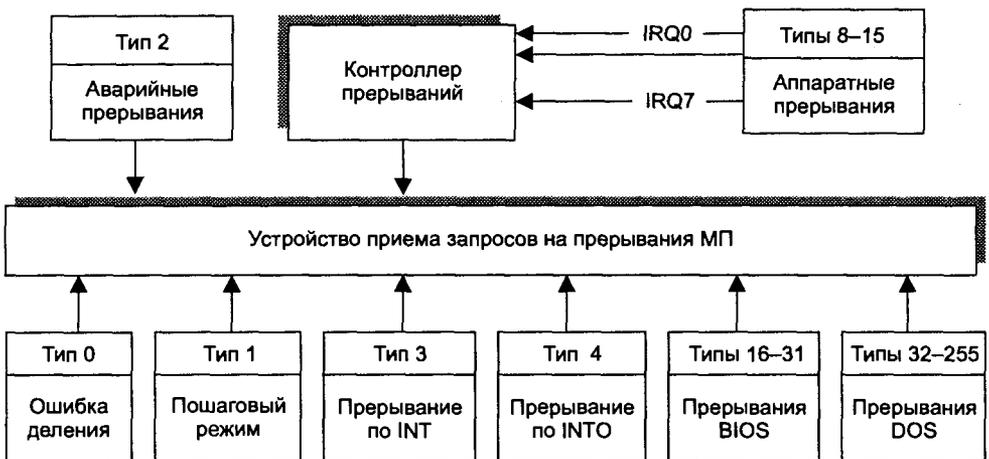


Рис. 9.3. Организация приема запросов на прерывания

Для приема внешних прерываний имеются порты двух типов: NMI (None Masked Interrupt) для приема немаскируемых прерываний и INTR (Interrupt) — для приема прочих прерываний (INTR обычно используется для подсоединения контроллера прерываний). Если запрос на прерывание поступает по входу NMI, то прерывание не маскируется (имеет абсолютный приоритет) и сразу выполняется; по входу INTR прерывание разрешается, если в регистре флагов МПП флаг IF = 1.

Всего предусмотрено 256 типов (0–255) прерываний. Из них только первые 5 жестко закреплены в МП, остальные используются системами BIOS и DOS.

- Тип 0 — прерывание возникает при делении на 0 или если частное от деления переполняет разрядную сетку МП.
- Тип 1 — в режиме «трассировка» (при TF = 1) после выполнения каждой команды программы происходит останов.
- Тип 2 — немаскируемое техническое прерывание.
- Тип 3 — прерывание по команде INT, включенной в программу: останов и отображение содержимого регистров МПП.
- Тип 4 — прерывание по команде INTO, включенной в программу, но только если при выполнении предыдущей команды произошло переполнение разрядной сетки.
- Типы 8–15 — аппаратные прерывания, инициируемые внешними устройствами, поступают на входы IRQ0–IRQ7 контроллера прерываний (вход IRQ0 имеет высший приоритет, и прерывание, поступившее по этому входу, обрабатывается первым; всего уровней приоритета восемь и вход IRQ7 имеет низший приоритет).
- Типы 16–31 — планируемые программные прерывания BIOS.
- Типы 32–255 — программные прерывания DOS (жестко задействовано около 10, а вообще в разных версиях DOS их разное количество).

Прерывания с 0 по 31 и прерывание 64 относятся к прерываниям нижнего уровня, обслуживаемым BIOS; прерывания начиная с 32 — являются прерываниями верхнего уровня (за исключением прерывания 64); причем прерывание 33 (21h) — это комплексное, чаще всего используемое в программах пользователя прерывание, имеющее около 100 разновидностей (служебных функций DOS).

В некоторых типах прерываний BIOS и DOS имеется много разновидностей, иногда более 10. Так, прерывание 10 (Ah) включает в себя 15 разновидностей, прерывание 33 (21h) — около 100 разновидностей: в DOS 1.0 — 47, в DOS 2.0 — 88, в DOS 3.0 и выше — 99 разновидностей (вид действия в рамках каждого прерывания определяется содержимым регистра AH).

В работе [10] приведен список прерываний нижнего и верхнего уровня, а также служебных функций DOS наиболее часто используемого программистами прерывания 21h.

Адресация регистров и ячеек памяти в ПК

Адресация операндов в командах программы может быть:

- непосредственной;
- прямой;
- косвенной;
- ассоциативной;
- неявной.

Непосредственная адресация заключается в указании в команде самого значения операнда, а не его адреса.

Прямая адресация состоит в указании в команде непосредственно абсолютного или исполнительного адреса операнда.

Косвенная адресация имеет в виду указание в команде регистра(ов) или ячейки памяти, в которых находятся абсолютный, исполнительный адрес операнда или их составляющие.

Ассоциативная адресация — указание в команде не адреса, а идентифицирующего содержательного признака операнда, подлежащего выборке (применяется в ассоциативных запоминающих устройствах).

Неявная адресация — адреса операнда в команде не указано, но он подразумевается кодом операции.

Адресация ячеек основной памяти ПК имеет две важных разновидности: относительную и стековую.

Относительная адресация

Абсолютный ($A_{инд}$) адрес формируется как сумма адресов исполнительного ($A_{исп}$) и сегментного ($A_{сегм}$):

$$A_{абс} = A_{сегм} + A_{исп}$$

$A_{сегм}$ — 20-битовый начальный адрес сегмента, который является увеличенным в 16 раз (сдвинутым на 4 бита влево) 16-битовым адресом сегмента $A'_{сегм}$, хранящемся в одном из 16-битовых сегментных регистров. Начальный адрес сегмента в таком варианте всегда кратен 16 байтам, и он может быть полностью идентифицирован значением $A'_{сегм}$ (сегмент всегда состоит из целого числа параграфов, а параграф равен 16 байтам), то есть

$$A_{сегм} = 16 \cdot A'_{сегм} = A'_{сегм}0000.$$

16-битовый исполнительный адрес может в ПК представлять собой сумму 3-х адресов:

$$A_{исп} = A_{смещ} [+A_{баз}] [+A_{инд}],$$

- где
- $A_{\text{смещ}}$ — 16-битовый адрес смещения относительно начала сегмента (или относительно базы, если есть $A_{\text{баз}}$);
 - $A_{\text{баз}}$ — 16-битовый адрес смещения базы адреса операнда относительно начала сегмента;
 - $A_{\text{инд}}$ — адрес индекса (или просто индекс) — дополнительная составляющая адреса операнда, используемая часто при программировании циклических процессов с массивами и таблицами. Индекс должен быть непосредственно задан в соответствующем регистре МПП.

При *адресации данных* могут использоваться все составляющие адреса:

$$A_{\text{абс}} = A_{\text{сегм}} + A_{\text{исп}} = A_{\text{сегм}} + A_{\text{смещ}} [+A_{\text{баз}}] [+A_{\text{инд}}].$$

$A_{\text{сегм}} = 16 \cdot A'_{\text{сегм}}$, $A'_{\text{сегм}}$ берется из регистра DS по умолчанию или из регистра ES, если это указано в программе. $A_{\text{баз}}$ и $A_{\text{инд}}$ берутся, соответственно, из регистров BX и индексных (SI или DI), а $A_{\text{смещ}}$ в явном или неявном виде указываются в программе.

При *адресации команд* программы могут использоваться только две составляющие адреса:

$$A_{\text{абс}} = A_{\text{сегм}} + A_{\text{исп}} = A_{\text{сегм}} + A_{\text{смещ}} = A'_{\text{сегм}} \cdot 16 + A_{\text{смещ}}.$$

$A'_{\text{сегм}}$ берется из регистра CS, а $A_{\text{смещ}}$ — из регистра IP.

Стековая адресация

В стековой памяти (стеке) доступ к ячейкам памяти не произвольный, а по принципу «последний записанный операнд первым считывается» (FILO).

$$A_{\text{абс}} = A_{\text{сегм}} + [A_{\text{баз}}] + A_{\text{смещ}}.$$

16-битовый адрес сегмента $A'_{\text{сегм}}$ берется из регистра SS, смещения относительно начала сегмента стека автоматически считываются из регистров BP (смещение базы стека — $A_{\text{баз}}$) и SP (смещение активной ячейки стека, в которую записывается или из которой считывается информация, — «вершины стека» относительно базы — $A_{\text{смещ}}$).

В защищенном (многопрограммном) режиме работы микропроцессора начальные адреса сегментов хранятся в таблицах дескрипторов и имеют длину 24 или 32 бита (в зависимости от типа МП). В сегментных регистрах в этом режиме хранятся селекторы, содержащие адресные ссылки на соответствующие таблицы дескрипторов.

Элементы программирования на языке ассемблер

Пользователь компьютера, равно как и прикладной программист, программы составляет, как правило, на машинно-независимом алгоритмическом языке высокого уровня (Basic, Pascal, FORTRAN, C, PROLOG и т. д.), однако иметь пред-

ставление об основах программирования и на машинно-ориентированных языках грамотному пользователю весьма полезно для:

- лучшего понимания архитектуры ПК и более грамотного использования компьютеров; для разработки более рациональных структур алгоритмов и программ решения прикладных задач;
- возможности просмотра и корректировки исполняемых программ с расширениями EXE и COM, компилированных с любых языков высокого уровня, в случае утраты исходных программ (вызвав указанные программы в отладчик программ DEBUG и деассемблировав их, можно получить их отображение на языке ассемблера);
- составления программ решения наиболее ответственных задач (программа, подготовленная на машинно-ориентированном языке, обычно эффективнее (короче и быстрее на 30–60%) программ, полученных в результате трансляции с языков высокого уровня) и для реализации процедур, включаемых в основную программу в виде отдельных фрагментов в том случае, если они не могут быть реализованы ни на используемом языке высокого уровня, ни с помощью служебных процедур операционной системы.

Основные компоненты языка ассемблер

Алфавит языка

Алфавит языка составляют символы ASCII:

- буквы от A до Z (или от a до z, строчные и прописные буквы в ассемблере не различаются);
- цифры от 0 до 9;
- специальные символы: @, \$, ?, ., _-, +, *, ', ", ; ; и т. д.

Из букв, цифр и символов: @, \$, ?, ., _ формируются:

- простые сообщения: имена (идентификаторы) процедур (подпрограмм), переменных, директив, команд (метки), значения констант и переменных;
- составные сообщения: команды (операторы);
- директивы (псевдооператоры), модификаторы (операции) и т. д.

Имена меток, переменных, идентификаторов могут быть длиной до 31 символа и начинаться должны обязательно не с цифры.

Константы (числа и строки)

Числа — только целые

Различают:

- двоичные числа; заканчиваются буквой B;
- десятичные числа; без специального окончания или заканчиваются буквой D;
- шестнадцатеричные числа; заканчиваются буквой H.

Для обозначения цифр 10, 11, 12, 13, 14, 15 в шестнадцатеричной системе счисления используются, соответственно, буквы A, B, C, D, E, F, но начинаться шестнадцатеричные числа должны обязательно с цифры, например: выражение F19H — не число, а идентификатор, правильно число записывается так: 0F19H.

Запись отрицательных чисел:

- десятичные числа записываются обычным образом, просто со знаком: -32, -32D;
- двоичные числа записываются только в дополнительном модифицированном коде: -32D → 11.100000B, -19D → 11.01101B;
- шестнадцатеричные числа записываются только в дополнительном коде: -32D выглядит как 1.E0H, -119D — как 1.89H.

Строки (литералы)

Строки символов: включают в себя любые буквы, цифры и символы, но заключаются в кавычки: "ПЭВМ IBM PC с микропроцессором 80386".

Команды (операторы)

Формат команды:

[Метка [:]] КОП [Операнд] [.Операнд] [:Комментарий].

Между элементами команды вставлены пробелы.

Здесь и далее элементы, заключенные в квадратные скобки, необязательны.

КОП (Код Оператора) — мнемокод команды (состоит из 2–6 букв). Может быть до 256 различных кодов (в ассемблере IBM PC их число изменяется в зависимости от типа МП. Например: 133 в МП 8088, 240 в МП 80386).

Операнд — явно заданный адрес (прямой или косвенный); имя метки, переменной; само значение переменной; ассоциативный признак и т. п. Количество необходимых в команде операндов ассемблер узнает по КОП. В большинстве двухадресных команд присутствуют операнды приемника (dst — destination) и источника (src — source); источник не изменяет своего содержания, в приемнике первое число, участвующее в операции, заменяется результатом.

Метка — имя команды ассемблера для ссылки (обращения) к этой команде (до 31 символа). Двоеточие, стоящее после метки, означает, что метка всегда находится в текущем сегменте памяти.

Комментарий — любой текст, поясняющий человеку программу (не воспринимается ассемблером, но выводится в листинге).

Директивы (псевдооператоры)

Директивы, в отличие от команд, выполняются только в процессе ассемблирования (трансляции) программы, а не в ходе решения задачи на компьютере. То есть команды — это инструкции машине, а директивы — это инструкции ассемблеру (транслятору).

Формат директивы:

[Идентификатор] КПОП [Операнд] [.Операнд]... [;Комментарий]

Как и в случае команд, поле директивы может начинаться в любом месте строки программы при условии, что оно отделено от предыдущего поля хотя бы одним пробелом.

Идентификатор — имя директивы (для обращения к ней).

КПОП (Код ПсевдоОператора) — мнемокод директивы (состоит из 2–7 букв).

Операнды — их в директиве может быть много; это уже не только адреса, но и различные процедуры. В операндах могут быть записаны простые выражения, использующие модификаторы (операции).

Модификаторы

В операторах и псевдооператорах языка ассемблер иногда используются модификаторы, которые определяют ту или иную операцию, учитываемую при трансляции программы. Существует 5 видов модификаторов: арифметические, логические, отношений, возвращения значений и присваивания атрибутов. Наиболее часто используются следующие модификаторы (*mdf*).

- Арифметические модификаторы: «+» — сложить, «-» — вычесть, «*» — умножить, «/» — разделить, *mod* — остаток от деления и т. д. Формат: *opr mdf opr*.
- Логические модификаторы: *and* — «и», *or* — «или», *not* — «не» и *xor* — исключающее «или». Формат: *opr mdf opr*.
- Модификаторы отношения: *eq* — совпадения, *neq* — несовпадения, *lt* — меньше, *gt* — больше, *le* — меньше или равно, *ge* — больше или равно. Формат: *opr mdf opr*.
- Модификаторы, возвращающие значения:
 - *\$* — возвращает значение смещения адреса текущего оператора;
 - *seg* — возвращает адрес сегмента адреса метки или переменной;
 - *offset* — возвращает смещение адреса метки или переменной;
 - *length* — возвращает длину операнда в единицах определения (байтах или словах);
 - *type* — возвращает атрибут типа переменной (1, если *byte*; 2 — *word*, 3 — *dword*) или метки (1 — *near*, 3 — *far*);
 - *size* — возвращает произведение *length*type*. Формат: *mdf opr*.
- Модификаторы присваивания атрибута:
 - *ptr* — изменяет атрибут типа (*byte*, *word* или *dword*) операнда или атрибут дистанции (*near* или *far*) адресного операнда. Формат: тип *ptr opr*. (здесь: тип — новый атрибут, *opr* — идентификатор операнда, чей атрибут должен быть изменен);
 - *ds:*, *es:*, *cs:*, *ss:* — изменяет атрибут сегмента адреса. Формат: *rsegm:адрес* (адрес может быть задан именем сегмента, переменной, меткой или адресным выражением);

- short — дополняет атрибут near метки оператора перехода, указывает, что переход осуществляется на расстояние не более ± 128 байтов от текущей команды. Формат: short метка;
- high — возвращает старший байт 16-битового значения opг. Формат: high opг;
- low — возвращает младший байт 16-битового значения opг. Формат: low opг.

В программах используются:

- атрибуты дистанции:
 - near — близкий, в пределах одного сегмента;
 - far — далекий, за пределами одного сегмента;
- атрибуты типа данных:
 - byte — длиной 1 байт;
 - word — длиной 2 байта;
 - dword — длиной 4 байта.

Адресация регистров и ячеек памяти в ассемблере

При программировании на языке ассемблер используются неявный, непосредственный, прямой и косвенный методы адресации; причем для адресации регистров в МПП — только прямой, а для адресации ячеек ОП — прямой, косвенный и смешанный непосредственный методы. Рассмотрим их на примере адресации второго операнда в команде MOV (переслать).

Непосредственная адресация

Величина операнда *i* (impedence) непосредственно указывается в поле команды и может быть задана числом в десятичной, двоичной и шестнадцатеричной системах счисления (последний символ числа должен быть, соответственно, D (или никакой), B и H) или идентификатором, а также задана простым выражением, в котором указанные элементы связаны символами арифметических операций: +, -, * и /. Идентификатор (с соответствующим именем, например, const) должен быть предварительно описан в программе директивой типа: const equ 1024 или const = 1024.

Примеры непосредственной адресации:

```
MOV AX, 1024D; MOV AL, 64; MOV BX, 1AH; MOV CH, 1011B;
MOV AX, const; MOV AX, 156*10H/2
```

и т. п.

Следует помнить, что диапазон чисел, посылаемых в регистры, ограничивается вместимостью последнего: в 1-байтовый регистр (AH, AL, BH и т. д.) можно посылать числа в диапазоне от 0 до +255 (целое без знака) или от -128 до +127 (целое со знаком); в 2-байтовый регистр (AX, BX, CX и т. д.) — от 0 до +65 535 (целое без знака) или от -32 768 до +32 767 (целое со знаком).

Прямая адресация регистров МПП

В качестве адреса операнда указывается имя регистра (его символическое обозначение: AX, AL, AH, BX, BL и т. д.). Примеры:

```
MOV AX, BX
MOV BX, DX
MOV AH, BL
```

Необходимо следить, чтобы разрядность второго операнда (его регистра) соответствовала разрядности принимающего регистра.

Адресация ячеек ОП

Напомним, что абсолютный (полный, физический) адрес ($A_{абс}$) в общем случае является суммой адресов сегмента ($A_{сегм}$) и исполнительного адреса ($A_{исп}$), в свою очередь формируемого как сумма максимум трех адресов: смещения ($A_{смещ}$), базы ($A_{баз}$) и индекса ($A_{инд}$), то есть:

$$A_{абс} = A_{сегм} + A_{исп} = A_{сегм} + A_{смещ}[+A_{баз}][+A_{инд}].$$

Прямая адресация ячеек ОП имеет несколько вариантов:

- прямая обычная: MOV AX, *role*.

role — символическое имя переменной X, для которой в ОП были предварительно отведены (или зарезервированы) ячейки памяти директивами типа: *role DB X*, *role DW X* и т. п.

В команде в качестве $A_{исп}$ берется $A_{смещ}$ первой ячейки поля, отведенной для переменной X;

- прямая с индексированием: MOV AX, *role*[SI].

В команде в качестве $A_{исп}$ берется $A_{исп} = A_{смещ} + A_{инд}$ ($A_{инд}$ находится в регистре SI);

- прямая с базированием: MOV AX, *role*[BX].

$$A_{исп} = A_{смещ} + A_{баз}$$

$A_{баз}$ находится в регистре BX;

- прямая с индексированием и базированием: MOV AX, *role*[SI+BX].

$$A_{исп} = A_{смещ} + A_{инд} + A_{баз}$$

Существуют два варианта **косвенной адресации ячеек ОП**:

- косвенная обычная: MOV AX, [BX].

Исполнительный адрес извлекается из регистра BX, то есть $A_{исп} = [BX]$;

- косвенная с индексированием: MOV AX, [BX+SI].

Исполнительный адрес берется в виде суммы адресов, находящихся в регистрах BX и SI, $A_{исп} = [BX] + [SI]$.

Смешанная непосредственная адресация ячеек ОП имеет несколько вариантов:

- непосредственная обычная: `MOV AX, offset pole`.

В качестве операнда берется непосредственно смещение адреса первой ячейки поля памяти, отведенного для переменной *X*; `offset` указывает, что берется не значение переменной *X*, а именно смещение ее адреса;

- непосредственная с индексированием: `MOV AX, [SI+const]`.

В качестве операнда берется сумма значения, хранящегося в регистре *SI*, и величины `const`; `const` может быть задана числом, идентификатором, смещением адреса переменной (`offset pole`) или их комбинацией — простым выражением;

- непосредственная с базированием: `MOV AX, [BX+const]`.

Аналогично предыдущему варианту, но регистр *SI* замещен *BX*;

- непосредственная с базированием и индексированием: `MOV AX, pole[SI+BX+const]`.

Аналогично предыдущему, но вместо содержимого одного регистра берется сумма содержимого регистров *BX* и *SI*.

Почти все команды ассемблера за редким исключением (исключения: `POP`, `PUSH`, `CALL`, `RET`, `IRET`) в качестве $A_{\text{сегм}}$ обычно используют по умолчанию адрес, находящийся в регистре *DS* (в исполняемых программах типа `.COM` — в регистре *CS*), но регистр сегмента может быть задан и явно, например: `MOV AX, EX:pole`; `MOV AX, SS:[SI]` и т. п.

Последняя команда, в частности, позволяет реализовать прямой доступ к ячейке стековой памяти, стек при этом не изменяется.

Команды `POP`, `PUSH`, `CALL`, `RET`, `IRET` используют сегмент стека (регистр *SS*).

Основные команды языка ассемблер

По назначению можно выделить команды (в скобках приводятся примеры мнемонических кодов операций команд ассемблера ПК типа `IBM PC`):

- выполнения арифметических операций (`ADD` и `ADC` — сложения и сложения с переносом, `SUB` и `SBB` — вычитания и вычитания с заемом, `MUL` и `IMUL` — умножения без знака и со знаком, `DIV` и `IDIV` — деления без знака и со знаком, `CMP` — сравнения и т. д.);
- выполнения логических операций (`OR`, `AND`, `NOT`, `XOR`, `TEST` и т. д.);
- пересылки данных (`MOV` — переслать, `XCHG` — обменять, `IN` — ввести в микропроцессор, `OUT` — вывести из микропроцессора и т. д.);
- передачи управления (ветвления программы: `JMP` — безусловного перехода, `CALL` — вызова процедуры, `RET` — возврата из процедуры, `J*` — условного перехода, `LOOP` — управления циклом и т. д.);
- обработки строк символов (`MOVS` — пересылки, `CMPS` — сравнения, `LODS` — загрузки, `SCAS` — сканирования. Эти команды обычно используются с префиксом (модификатором повторения) `REP`;

- прерывания работы программы (INT — программные прерывания, INTO — условного прерывания при переполнении, IRET — возврата из прерывания);
 - управления микропроцессором (ST* и CL* — установки и сброса флагов, HLT — остановка, WAIT — ожидания, NOP — холостого хода и т. д.).
- С полным списком команд ассемблера можно познакомиться в работах [1, 10, 35].

Команды пересылки данных

- MOV dst, src — пересылка данных (move — переслать из src в dst).

Пересылает¹: один байт (если src и dst имеют формат байта) или одно слово (если src и dst имеют формат слова) между регистрами или между регистром и памятью, а также заносит непосредственное значение в регистр или в память.

Операнды dst и src должны иметь одинаковый формат — байт или слово.

Src могут иметь тип: r (register) — регистр, m (memory) — память, i (impedance) — непосредственное значение. Dst могут быть типа r, m. Нельзя в одной команде использовать операнды: rsegm совместно с i; два операнда типа m и два операнда типа rsegm. Операнд i может быть и простым выражением:

```
mov AX, 156*10H
mov AX, (152 + 101B) / 15
```

и т. п.

Вычисление выражения выполняется только при трансляции. Флаги не меняет.

- PUSH src — занесение слова в стек (push — протолкнуть; записать в стек из src). Помещает в вершину стека содержимое src — любого 16-битового регистра (в том числе и сегментного) или двух ячеек памяти, содержащих 16-битовое слово. Флаги не меняются;
- POP dst — извлечение слова из стека (pop — вытолкнуть; считать из стека в dst). Снимает слово с вершины стека и помещает его в dst — любой 16-битовый регистр (в том числе и сегментный) или в две ячейки памяти. Флаги не меняются.

В командах PUSH и POP операнды dst и src могут быть только типов r и m.

Арифметические команды

Операнды могут быть двоичные (8 или 16 битов, целые, со знаком или без знака), двоично-десятичные (от 1 до 255 байтов, без знака, в упакованном или распакованном (ASCII-коды) форматах). Машина не обращает внимания на формат и обращается с ними формально, как с двоичными числами в дополнительном коде. Но для десятичной арифметики после операции требуется коррекция (операции только над одним байтом).

¹ В книге для отображения операндов команд приняты обычное обозначение орг и семантические обозначения src (source — источник) и dst (destination — приемник).

Команды сложения, вычитания и сравнения

Команды сложения, вычитания и сравнения — двухадресные.

- **ADD** *dst, src* — сложение двоичных чисел (*add* — сложить). Прибавляет байт или слово из памяти, регистра непосредственно к содержимому регистра или прибавляет байт или слово из регистра непосредственно к памяти (содержимое *src* складывается с содержимым *dst*). Операнды *dst* и *src* должны иметь одинаковый формат (оба или байт, или слово) и тип данных: *src* — *r, m, i*; *dst* — *r, m* (невозможно *rsegment*, *i* и нельзя, чтобы оба типа были *m* или оба *rsegment*). Команда **ADD** формирует флаги **AF, CF, OF, PF, SF** и **ZF**.
- **SUB** *dst, src* — вычитание двоичных чисел (*subtract* — вычесть). Вычитает байт или слово, взятое из памяти, регистра или непосредственно из содержимого регистра, или вычитает байт или слово, взятое из регистра или непосредственно из памяти (содержимое *src* вычитается из содержимого *dst*). Операнды *dst* и *src* должны иметь одинаковый формат (оба или байт, или слово) и могут быть: *src* — *r, m, i*; *dst* — *r, m* (невозможно *rsegment* и нельзя, чтобы оба типа были *m*). Команда **SUB** формирует флаги **AF, CF, OF, PF, SF** и **ZF**.
- **CMR** *dst, src* — сравнение (*compare* — сравнить). Сравнивает содержимое двух полей данных; фактически команда вычитает второй операнд (*src*) из первого (*dst*), но значение *dst* не изменяет, а лишь формирует флаги. Операнды *dst* и *src* должны иметь одинаковый формат (оба или байт, или слово) и могут быть: *src* — *r, m, i*; *dst* — *r, m* (невозможно *rsegment*, *i* и нельзя, чтобы оба типа были *m* или оба *rsegment*). Команда **CMR** формирует флаги: **CF, ZF** при сравнении чисел без знака, **CF, OF, SF, ZF** при сравнении чисел со знаком; флаги **AF, PF** не определены.

Команды приращения

Команды приращения — одноадресные.

- **INC** *dst*: инкремент (*increment* — нарастить). Прибавляет 1 к содержимому *dst*. Операнд *dst* может быть представлен оператором типа *r* или *m*. Команда **INC** формирует флаги **PF, AF, ZF, SF, OF**.
- **DEC** *dst*: декремент (*decrement* — уменьшить). Вычитает 1 из содержимого *dst*. Операнд *dst* может быть представлен оператором типа *r* или *m*. Команда **DEC** формирует флаги **PF, AF, ZF, SF, OF**.

Команды умножения

Команды умножения — одноадресные. Указывается только **SRC** (множитель); **DST** (множимое) задается строго определенным образом.

- **MUL** *src* — умножение (*multiply* — умножение без знака). Выполняет умножение беззнакового множимого (8 или 16 битов) на беззнаковый множитель (8 или 16 битов). Команда одноадресная — указывается только **SRC** (множитель); **DST** (множимое) берется строго определенным образом. **SRC** может быть представлен оператором типа *r* или *m* (*i* — нельзя). Если формат **SRC** — байт, то множимое (байт) находится в **AL**, произведение (слово) будет в **AX**;

если формат SRC — слово, то множимое (слово) извлекается из AX, произведение (двойное слово) помещается в DX:AX (старшие два байта в DX, младшие — в AX). Команда MUL формирует флаги CF, OF, воздействует на флаги AF, PF, SF, ZF (флаги не определены).

- IMUL src — целое умножение знаковых чисел (integer multiply — умножение целых со знаком). Выполняет умножение знакового множимого (8 или 16 битов) на знаковый множитель (8 или 16 битов). Команда одноадресная — указывается только SRC (множитель); DST (множимое) берется строго определенным образом. SRC может быть представлен оператором типа r или m (i — не допускается). Если формат SRC — байт, то множимое (байт) извлекается из AL, произведение (слово) будет в AX; если формат SRC — слово, то множимое (слово) находится в AX, произведение (двойное слово) заносится в DX:AX (старшие два байта результата в DX, младшие — в AX). Команда IMUL формирует флаги CF, OF, воздействует на флаги AF, PF, SF, ZF (флаги не определены).

Команды деления

Команды деления — одноадресные, указывается только SRC (делитель); DST (делимое) задается строго определенным образом.

- DIV src — деление (divide — деление без знака). Выполняет деление беззнакового делимого (16 или 32 бита) на беззнаковый делитель (8 или 16 битов). Команда одноадресная — указывается только SRC (делитель); DST (делимое) берется строго определенным образом. SRC может быть представлен оператором типа r или m (i — нельзя). Если формат SRC — байт, то делимое (слово) находится в AX, частное от деления (байт) будет в AL, остаток от деления (байт) помещается в AH; если формат SRC — слово, то делимое (двойное слово) заносится в DX:AX (старшие два байта в DX, младшие — в AX), частное от деления (слово) — в AX, остаток от деления (байт) сохраняется в DL. Команда DIV формирует флаг IF (IF = 1 при делении на 0 и при делении большого числа на очень малое, если частное вне диапазона), воздействует на флаги AF, CF, OF, PF, SF, ZF (флаги не определены).
- IDIV src — деление целых чисел со знаком (integer divide — деление целых чисел со знаком). Выполняет деление знакового делимого (16 или 32 бита) на знаковый делитель (8 или 16 битов). Команда одноадресная — указывается только SRC (делитель); DST (делимое) берется строго определенным образом. SRC может быть представлен оператором типа r или m (i — нельзя). Если формат SRC — байт, то делимое (слово) — в AX, частное от деления (байт) будет в AL, остаток от деления (байт) — в AH; если формат SRC — слово, то делимое (двойное слово) попадает в DX:AX (старшие два байта в DX, младшие в AX), частное от деления (слово) — в AX, остаток от деления (байт) — в DL. Команда IDIV формирует флаг IF (IF = 1 при делении на 0 и при делении большого числа на очень малое, если частное вне диапазона), воздействует на флаги AF, CF, OF, PF, SF, ZF (флаги не определены).

Логические команды

Это двухадресные команды, они используются для сравнения, сброса и установки битов операнда в операциях преобразования кодов и при выполнении арифметических операции в кодах ASCII.

- **OR dst, src** — логическое сложение (or — или). Команда выполняет поразрядную дизъюнкцию (логическое сложение — операцию «ИЛИ») битов двух операндов, устанавливает 1 в тех битах операнда *dst*, в которых была 1 хотя бы у одного из исходных операндов. Операнды *dst* и *src* должны иметь одинаковый формат (оба или байт, или слово) и могут быть: *src* типа *r, m, i*; *dst* типа *r, m* (невозможно *rsegment* и нельзя, чтобы оба типа были *m*). Команда **OR** сбрасывает **OF = 0** и **CF = 0**, формирует **PF, SF, ZF**, значение **AF** не определено.
- **AND dst, src** — логическое умножение (and — и). Команда выполняет поразрядную конъюнкцию (логическое умножение — операцию «И») битов двух операндов, устанавливает 1 в тех битах операнда *dst*, в которых у обоих исходных операндов были 1. Операнды *dst* и *src* должны иметь одинаковый формат (оба или байт, или слово) и могут быть: *src* типа *r, m, i*; *dst* типа *r, m* (невозможно *rsegment* и нельзя, чтобы оба типа были *m*). Флаги: **OF = 0** и **CF = 0**, команда формирует **PF, SF, ZF**, значение **AF** не определено.

Команды безусловной передачи управления

JMP org — команда безусловной передачи управления (jump unconditionally — перейти безусловно). Операнд *org* может быть задан прямым или косвенным адресом.

- По прямому адресу: **JMP метка**. Если метка в том же сегменте, что и команда **JMP**, переход считается внутренним (*near*), если не в том же сегменте — переход внешний (*far*). В написании самой команды **JMP** разницы нет; тип перехода определяется видом метки: после метки для внутреннего перехода ставится двоеточие «:». Транслятор по таблице меток и их адресов сам определяет атрибуты *near* или *far*, и соответственно транслирует команду передачи управления в более короткую или более длинную команду (более длинную, так как надо менять не только содержимое смещения *IP*, но и регистра сегментов *CS*). Несколько сократить длину команды может указание программиста «**JMP short метка**» о том, что метка не далее ± 128 байтов от первого байта команды **JMP** (это указание не обязательно, но если оно есть и ошибочно, то транслятор выдаст ошибку).
- По косвенному адресу. Косвенный адрес может быть задан: в регистре: **JMP r** или в памяти: **JMP символьное_имя**.
- В памяти с косвенной адресацией: **JMP near ptr [SI]**; **JMP far ptr [BX]** и т. д.

В последних двух командах *near ptr* и *far ptr* указывать обязательно, так как какое слово содержится в регистре *SI* — обычное или двойное, — ассемблер заранее не знает и ему нужно помочь.

Команды перехода к подпрограмме и выхода из подпрограммы

Подпрограммы оформляются как процедуры. Процедура начинается меткой — именем процедуры, и заканчивается командой выхода `ret (return)`. В программе процедура помещается в операторные скобки:

```
proc ... endp
```

Около оператора `proc` могут быть указаны атрибуты дистанции: `near` — близкая процедура (в том же сегменте) или `far` — дальний вызов (если этот атрибут опущен, то подразумевается `near`).

Пример: `DISP proc far`; в отличие от метки после имени процедуры двоеточие не ставится:

```
ret  
DISP endp
```

Команда перехода к подпрограмме: `CALL org`

Вызов процедуры (`call a procedure` — вызов процедуры), безусловная передача управления, выполняющая короткий или дальний вызов процедуры. Флаги: не меняются.

В команде `CALL` атрибуты `near` или `far` указывать не надо, так как ассемблер нужную информацию получит сам из директивы определения процедуры. По команде `CALL` должно быть выполнено:

- запоминание в стеке адреса возврата (содержимого `IP` и `CS` для следующей команды: 16 битов, если `near`, и 32 бита, если `far`);
- переход к выполнению процедуры (инициируется записью в `IP` и в `CS` (если `far`) нового адреса команды).

Операнд `org`, определяющий адрес процедуры, бывает:

- непосредственным: `CALL имя_процедуры`;
- прямым — процедуру с атрибутом `near` можно вызвать через регистр, в котором содержится смещение адреса процедуры: `CALL r`;
- косвенным:
 - процедура с атрибутом `near` вызывается с использованием переменной размером в слово: `CALL word ptr символьное_имя`,
 - процедура с атрибутом `far` — с использованием переменной размером в двойное слово: `CALL dword ptr символьное_имя`.

Команда выхода из подпрограммы

`RET` — возврат из процедуры (`return from procedure`). Команда извлекает из стека адрес возврата и возвращает управление из процедуры, вызванной ранее командой `CALL`. Необязательный числовой параметр команды `RET` указывает количество байтов, которые освобождаются в стеке после извлечения адреса возврата. Если процедура имеет атрибут `near`, то команда `RET` извлекает из стека одно слово и заносит его в регистр `IP`; если процедура имеет атрибут `far`, то команда `RET`

извлекает из стека два слова: сначала смещение адреса, а затем адрес сегмента, и заносит их соответственно в регистр IP и в регистр CS. Флаги не меняются.

Процедуры могут быть вложенными, глубина вложения допускается любая (ограничивается лишь емкостью стека).

Команды условной передачи управления

Есть 31 команда условной передачи управления (УПУ), но некоторые попарно совпадают, например: «если >» и «если не < и не =». Разных команд всего 17. Условная передача управления может быть только ближней (near) и короткой (short), то есть метка перехода должна быть в том же сегменте и не далее ± 128 байтов от УПУ.

Общий формат команды:

J* метка

где J* — условие передачи управления при выполнении условия.

Команда передает управление по прямому адресу — метке, если условие, указанное в команде, соблюдается; в противном случае выполняется следующая по порядку команда. Выполнение условия определяется состояниями флагов регистра FL, которые установлены по результатам предыдущих формирующих условие перехода операций: арифметических, логических, сравнения и т. д.

Команды условной передачи управления могут быть знаковыми (условие проверяется с учетом знака операндов) и беззнаковыми (условие проверяется по абсолютным значениям операндов). Каким типом УПУ пользоваться, определяется по содержанию решаемой задачи и, соответственно, типами данных (знаковых или беззнаковых), над которыми выполнялись операции, формирующие условие перехода.

Надо четко различать J* без знака (если сравниваются целые без знака) и со знаком (если сравниваются целые со знаком), иначе результат будет совсем не тем (неверным).

Например, пусть регистр AX содержит 11000110, а регистр BX — 00010110, и команда CMP AX, BX сравнивает содержимое этих регистров. Если данные беззнаковые, то число в AX больше, а если знаковые — то меньше (поскольку в последнем случае единица в крайнем левом разряде определяет знак числа — в AX число отрицательное).

Команды условной передачи управления для беззнаковых данных

- JA/JNBE (Jump if Above/Not Below nor Equal) — переход, если выше/не ниже или равно (переход, если флаги ZF = 0 и CF = 0).
- JAE/JNB (Jump if Above or Equal/Not Below) — переход, если выше или равно/не ниже (CF = 0).
- JB/JNAE (Jump if Below/Not Above nor Equal) — переход, если ниже/не выше или равно (CF = 1).
- JBE/JNA (Jump if Below or Equal/Not Above) — переход, если ниже или равно/не выше (CF = 1 или AF = 1).

Команды условной передачи управления для знаковых данных

- JG/JNLE (Jump if Greater/Not Less nor Equal) — переход, если больше/не меньше или равно ($ZF = 0$ и $SF = OF$).
- JGE/JNL (Jump if Greater or Equal/Not Less) — переход, если больше или равно/не меньше ($SF = OF$).
- JL/JNGE (Jump if Less/Not Greater nor Equal) — переход, если меньше/не больше или равно ($SF \gg OF$).
- JLE/JNG (Jump if Less or Equal/Not Greater) — переход, если меньше или равно/не больше ($ZF = 1$ или $SF \gg OF$).

Команды условной передачи управления для прочих проверок

- JE/JZ (Jump if Equal/Zero) — переход, если равно/нуль ($ZF = 1$).
- JNE/JNZ (Jump if Not Equal/Not Zero) — переход, если не равно/не нуль ($ZF = 0$).
- JS (Jump if Sign) — переход, если есть знак (отрицательно) ($SF = 1$).
- JNS (Jump if Not Sign) — переход, если нет знака (положительно) ($SF = 0$).
- JC (Jump if Carry) — переход, если есть перенос (аналог JB) ($CF = 1$).
- JNC (Jump if Not Carry) — переход, если нет переноса (аналог JNB) ($CF = 0$).
- JO (Jump if Overflow) — переход, если есть переполнение ($OF = 1$).
- JNO (Jump if Not Overflow) — переход, если нет переполнения ($OF = 0$).
- JP/JPE (Jump if Parity/Parity Even) — переход, если есть четность ($PF = 1$).
- JNP/JPO (Jump if No Parity/Parity Odd) — переход, если нет четности ($PF = 0$).
- JCXZ (Jump if CX is Zero) — переход, если содержимое регистра CX равно 0 ($CX = 0$).

Команды управления циклами

Используются для повторения цикла известное число раз. Количество повторений предварительно записывается в регистр CX (счетчик циклов). Каждый цикл автоматически уменьшает показание CX на 1.

Основная команда: LOOP метка.

Циклы повторяются до обнуления CX. Команда уменьшает значение в регистре CX на единицу и передает управление по прямому адресу — метке, если значение в регистре CX не равно нулю; в противном случае выполняется следующая по порядку команда. Флаги не меняет. Существуют еще четыре альтернативные команды, в которых можно поставить дополнительные условия. Передачи управления командами типа LOOP только ближние и короткие (метки near и short).

Команды прерывания

У команд прерывания есть некоторая аналогия с командами вызова процедуры CALL: прекращается выполнение текущей программы и осуществляется переход к подпрограмме обработки прерывания; но при прерываниях нет деления на

процедуры `near` или `far`, так как начальный адрес подпрограммы обработки прерывания (вектор прерывания) берется из таблицы векторов ОЗУ и всегда 32-битовый; кроме того, при вызове процедуры в стеке сохраняется только адрес возврата, а при прерывании еще и флаги.

Имеются три команды прерывания.

□ INT org

Прервать (`interrupt`) выполнение программы и передать управление по одному из 256 адресов (векторов прерывания), определяемых номером прерывания — `org`. По этой команде микропроцессор:

- помещает в стек содержимое регистров: `FL` (флагов), `CS` (сегмента команд), `IP` (указателя команд);
- обнуляет флаги `TF` и `IF` (флаги системного прерывания и блокировки прерывания);
- загружает в `CS` и `IP`, соответственно, второе и первое слова вектора прерываний, считанного из таблицы векторов в ОЗУ по адресу $4 \times \text{org}$ ($4 \times$ номер прерывания); вся таблица векторов занимает 1024 байта, то есть всего может быть 256 различных векторов прерывания. Например, команда `INT 1Ah` считывает из ОЗУ вектор, находящийся по адресу $68h = 4 \cdot 1Ah$, то есть в регистр `CS` будет загружен адрес сегмента из слова по адресу $6Ah$, а в регистр `IP` — из слова по адресу $68h$ смещение программы обработки этого прерывания.

Команда сбрасывает флаги `IF = 0` и `TF = 0`.

□ INTO

Прервать по переполнению (`interrupt if overflow`), при возникновении переполнения флаг `OF = 1` и управление передается по адресу `10H` (аналог команды `INT 4`). Команда сбрасывает флаги `IF = 0` и `TF = 0`.

□ IRET

Возврат из обработки прерывания (`interrupt return`) обеспечивает возврат из программы обработки прерывания. `IRET` — последняя команда подпрограммы обработки прерывания, по этой команде из стека извлекаются 3 последние слова и загружаются в регистры `IP`, `CS` и `FL`, при этом содержимое `SP` увеличивается на 6. Команда устанавливает значения всех флагов.

Основные директивы ассемблера

Напомним, что директивы (псевдооператоры) — это инструкции ассемблеру, они обрабатываются только при ассемблировании (транслировании) программы. Приведем некоторые из часто используемых директив.

Директивы определения идентификаторов

Присваивают идентификатору с данным именем некоторое текстовое или числовое значение (выражение). Формат директив:

имя EQU текст

имя = числовое значение (выражение)

Разница между псевдооператорами EQU и =:

- EQU — присваивает значение постоянно (изменять нельзя), текст может быть символьным, числовым или смешанным выражением, определяющим константу, адрес, другое символьное имя, метку и т. д.;
- = — выполняет текущее присваивание (значение может быть переназначено, но только при трансляции, естественно); присваивает только числовое выражение, содержащее простые математические преобразования, которые при трансляции и будут выполнены (например: `const + 1`, `15H*4`, `3*12/4` и т. п.).

Директивы определения данных

Используются для идентификации переменных и полей памяти. Формат директивы

[имя] D* выражение [. выражение] [...].

Ключевые слова D* могут быть следующими:

- DB — определить байт (1 байт);
- DW — определить слово (2 байта);
- DD — определить двойное слово (4 байта);
- DQ — определить 8 байтов;
- DT — определить 10 байтов.

Рассматриваемые директивы объявляют переменную (имя) или присваивают полям (ячейкам) памяти начальные значения; резервируют в памяти (с более поздним присвоением значения) один или несколько байтов — DB, слов — DW, двойных слов — DD и т. д.

Выражение показывает, какое количество элементов памяти необходимо выделить и какие данные там должны содержаться. Выражение может быть:

- константой: `const DB 56`; `const DW 1936`; `const DD 3FFH`. Обязательно следует учитывать диапазон и вместимость байта, слова и т. д.; так, для DB константа не может быть больше 255, для DW — $65\,535$, для DD — $65\,535^2 - 1 = 4\,294\,967\,295$;
- вектором или таблицей: `table1 DB 30, 4, -15, 0, 0, 0, 56`;
`table2 DW 1936, 3004, 56, 15`. В одном псевдооператоре допускается поместить строку до 132 позиций, причем вместо повторения одного и того же значения несколько раз (0 в `table1`) можно использовать псевдооператор DUP (duplicate — дублировать):
`table1 DB 30, 4, -15, 3 dup(0), 56`;
- строкой символов: `str1 DB 'Вы ввели слишком большое число ;`
`str2 DB 'Bad command'`; в псевдооператоре DB строка может содержать 255 символов, во всех остальных (DW, DD, DQ, DT) — только 2 символа.
- пустым полем: `role1 DB ?`; `role2 DW 12 dup(?)`, при этом в элементы резервируемой памяти при загрузке программы ничего не записывается (заносится не 0, как, например, в директиве `role3 DW 5 dup(0)`, а просто резервируются ячейки памяти);

- символическим именем переменной: `var1 DW disp; var2 DD vector` (одна переменная определяется адресом другой, в директивах указывать `offset` не надо, поскольку имя переменной воспринимается как ее адрес). Такой вариант подходит, например, для хранения адресов ячеек памяти, меток, на которые допустимо сослаться в программе (`var1 DW disp`), причем, если переменная находится в том же сегменте, что и ссылающаяся команда, то достаточно в качестве адреса указать только смещение (2 байта), то есть обойтись `DW`; если же переменная находится в другом сегменте, то необходимо указать и сегмент, и смещение (всего 4 байта), то есть следует использовать уже `DD` (`var2 DD vector`);
- простым выражением: `fn1 DB 80*3; fn2 DW (disp) + 256`, вычисляемым, разумеется, только при трансляции программы.

Директивы определения сегментов и процедур

Сегмент определяется псевдооператорами:

```
имя_seg segment
...
имя_seg ends
```

В программе можно использовать четыре сегмента (по числу сегментных регистров) и для каждого указать соответствующий регистр сегмента псевдооператором `ASSUME` (`assume` — присвоить), например:

```
codeseg segment
assume CS:codeseg, DS:dataseg, SS:stackseg
.
.
codeseg ends
```

В директиве `ASSUME` `регистр_seg:имя_seg [...]`, в частности `ASSUME cs:codeseg`, указывается, что для сегмента `имя_seg` (`codeseg`) выбран регистр `регистр_seg` (`CS`). После директивы `ASSUME` следует явным образом загрузить адрес начала сегмента данных в регистр `DS`:

```
mov AX, dataseg
mov DS, AX
```

Подобная же инициализация сегментных регистров `CS` и `SS` выполняется автоматически.

Процедура определяется псевдооператорами:

```
имя_процедуры proc [far] ...
...
ret
имя_процедуры endp
```

При определении процедуры после ключевого слова `proc` должен быть указан атрибут дистанции `near` или `far`; если этого атрибута нет, то по умолчанию подразумевается `near`. Обычно процедура должна заканчиваться командой `ret` (`return`). Если процедура объявлена как `near`, то обращение к ней (`call`) должно произво-

даться из того же сегмента; если `proc far`, то из любого сегмента (в этом случае командой `ret` из стека при возврате будет извлечено два слова: для `IP` и для `CS`).

Директивы управления трансляцией

Их несколько, наиболее часто используется `END`. Директива `END` отмечает конец программы и указывает ассемблеру, где завершить трансляцию. Формат: `END [имя_программы]`.

Краткие сведения о программировании процедур работы с устройствами ввода-вывода

Процедуры ввода-вывода в ПК выполняются, как правило, по прерываниям. Состав и использование основных видов прерываний и служебных функций DOS прерывания `21H` рассмотрены в работах [10, 35]. Ниже мы кратко остановимся на вопросах программирования ввода-вывода лишь прерываний для отображения информации на дисплее, ввода с клавиатуры, вывода на принтер и работы с файлами.

Программирование работы с дисплеем

Задание режимов работы и обмен данными с дисплеем можно выполнять при прерываниях BIOS типа `10H`, а вывод данных на дисплей и при прерываниях DOS типа `21H`. Для уяснения отличий прерываний BIOS от прерываний DOS рассмотрим в качестве примера несколько функций видеоперерываний BIOS.

Видеооперации с прерыванием `10H` BIOS

Это прерывание обеспечивает выполнение 16 различных процедур работы с дисплеем (идентифицируются содержимым регистра `AH`). Приведем самые важные из них.

1. Перемещение курсора в заданную позицию: `AH = 2`.

Координаты курсора (строка, столбец) предварительно засылаются, соответственно, в регистры `DH`, `DL`. В регистре `BH` указывается номер страницы буфера: по умолчанию и в графическом режиме `BH = 0`.

2. Очистка экрана дисплея: `AH = 6` и `AL = 0`, или `AH = 7` и `AL = 0`.

3. Чтение символа, находящегося в текущей позиции курсора и его атрибута (только для текстовых режимов): `AH = 8`. В регистре `BH` указывается номер страницы буфера. Считанный символ возвращается в `AL`, а его атрибуты — в `AH` (атрибуты символа — это его характеристики: цвет, цвет фона, яркость, инвертирование, мигание и т. д.).

4. Установка видеорежима изображения (текстовый, графический, цветность, формат, разрешающая способность и т. п.): `AH = 0`. Видеорежим определяется содержимым регистра `AL`.

5. Запись новых атрибутов символа и вывод символа в текущую позицию курсора: `AH = 9`. Прочие регистры должны содержать:

- AL — записываемый символ;
 - BL — его атрибуты или цвет (в графическом режиме);
 - BH — номер видеостраницы;
 - CH — счетчик записываемых символов (число повторений символа).
6. Вывод символа в текущую позицию курсора: AH = 9 и BL = 0. Содержимое AL, BH и CH аналогично п. 5.
 7. Чтение текущего видеостатуса: AH = 0Fh. Возвращает в: AL — текущий режим; AH — число столбцов на экране; BH — активную страницу буфера.
 8. Вывод строки символов: AH = 13h и AL = 0. Прочие регистры должны содержать:
 - ES:BP — указатель строки (ее начальный адрес в памяти);
 - CX — длину строки;
 - DX — строку дисплея;
 - BH — номер страницы буфера.

Видеооперации с прерыванием 21H DOS

- Вывод символа на экран дисплея: AH = 2 или AH = 6 и DL <> 0FFh. В регистре DL должен быть ASCII-код символа. Пример фрагмента программы (вывод символа «С»):

```
mov AH, 6
mov DL, 43h ; 43h — это ASCII-код символа «С»
int 21h
```

- Вывод строки символов: AH = 9 (чаще всего используемая функция). В регистрах DS:DX должен находиться начальный адрес строки символов, которая обязана заканчиваться символом \$. Пример фрагмента программы (отображение текста 'вывод строки символов\$'):

```
Text db 'вывод строки символов$'
mov AH, 9
mov DX, offset text ; это адрес выводимой строки
int 21h
```

- Ввод-вывод из файла через логический номер. Стандартные файловые логические номера определяют тип и устройство ввода-вывода:

- 0 — ввод с клавиатуры;
- 1 — вывод на экран дисплея;
- 2 — вывод на экран сообщения об ошибке;
- 3 — ввод-вывод на внешнее устройство;
- 4 — вывод на печать.

Для ввода предназначена функция AH = 3Fh прерывания 21H, для вывода служит функция AH = 40h прерывания 21H. В регистр CX предварительно заносится число вводимых-выводимых байтов, а в регистр DX записывается начальный адрес поля памяти для ввода-вывода. В случае успешного завер-

шения процедуры ввода-вывода обнуляется флаг переноса CF, а в регистре AX возвращается количество фактически переданных байтов. При неудачной операции флаг CF устанавливается в 1, а в регистр AX заносится код ошибки. Приведенный ниже пример содержит фрагмент программы для вывода на экран текстового файла Text, содержащего 50 байт.

```
text db 50 dup(' ')
mov AH, 40H
mov BX, 1 ; указание устройства вывода
mov CX, 50 ;указание числа выводимых байт
mov DX, offset text ; указание начального адреса
; поля памяти, содержащего текст
int 21H
```

Программирование работы с клавиатурой

При программировании работы с клавиатурой могут быть использованы прерывание 16H BIOS и прерывание 21H (AH = 1, 6, 7, 8, A, B, C) DOS.

Прерывание 16H BIOS предусматривает достаточно простые операции обмена данными с клавиатурой, полезные при написании программ, выполняемых независимо от операционной системы DOS. Так, при AH = 0 и 1 считываются из буфера клавиатуры scan-код клавиши в регистр AH и ASCII-код клавиши в регистр AL; при AH = 2 в AL возвращается байт состояния клавиатуры — состояние управляющих клавиш: Shift, Ctrl, Alt, Scroll Lock, Num Lock и Insert; при AH = 3 — устанавливаются режимы работы клавиатуры в IBM PCjr.

Ввод с клавиатуры по прерыванию 21H DOS предполагает следующее:

1. Чтение символа с клавиатуры (с ожиданием ввода) и отображением символа на экране дисплея: AH = 1 или AH = 6 и DL = 0FFh; то же, но без эха-отображения символа на экране дисплея: AH = 7 или AH = 8. Считанный символ (ASCII-код) помещается в регистр AL (scan-код не передается). Если к моменту запроса на чтение символа клавиша еще не нажата, то управление прерванной программой не будет возвращено до тех пор, пока это не будет сделано. Если код клавиши расширенный (клавиши F1–F10, Alt, Ctrl и т. д.), необходимо повторное чтение. Пример фрагмента программы чтения символа:

```
mov AH, 1
int 21H
```

2. Чтение строки символов с буферизацией: AH = 0Ah. Для инициализации такого чтения необходимо:

- задать буфер, указав в нем число символов строки, подлежащих вводу, директивой: buf DB n, 0, 0, ..., 0, 0 (buf — имя поля, которое, в принципе, может быть и любым другим); количество нулей в директиве должно быть на 2 больше, чем n (n — максимальное количество вводимых символов), на место следующего нуля будет после ввода записано количество фактически введенных символов, на место последующих «0» будут введены ASCII-коды символов строки и еще один 0 для кода клавиши Enter -- 13;
- занести в регистр DX адрес буфера.

При выполнении рассматриваемого прерывания управление прерванной (основной) программе не возвратится до тех пор, пока не нажаты все нужные клавиши и клавиша Enter. При нажатии каждой очередной клавиши ее код записывается в буфер клавиатуры и отображается на дисплее, но из буфера поступит в основную программу (в поле buf) только после нажатия клавиши Enter. Если до Enter клавиш нажато больше, чем указано в буфере, то раздастся звуковой сигнал и лишние символы восприняты не будут.

Пример фрагмента программы чтения строки символов:

```
buf DB 9,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
mov AH, 0AH
mov DX, offset buf
int 21H
```

В поле буфера будут записаны ASCII-коды символов строки, и, если в программе предусмотрены операции над двоичными кодами символов (цифр) строки, то есть она предполагает ввод числового значения, то необходимо преобразовать ASCII-коды в двоичный код числа.

3. Чтение состояния клавиатуры: AH = 0Bh. В регистр AL записывается 0, если в буфере клавиатуры содержится хотя бы один символ.
4. Очистка буфера клавиатуры и вызов функции: AH = 0Ch. Обнуляется буфер клавиатуры и инициируется выполнение одной из пяти функций прерывания 21H; в этом случае номер вызываемой функции должен быть записан не в регистре AH, а в регистре AL (AL = 1, 6, 7, 8 или 0Ah).
5. Ввод с клавиатуры (из файла через логический номер): AH = 3Fh. Используется функция расширенного управления файлами MS DOS по файловому указателю. Ниже приведен пример фрагмента программы для ввода с клавиатуры файла text, содержащего 50 байтов:

```
text db 50 dup(' ') ; указание поля памяти для ввода
...
mov AH, 3FH
mov BX, 0 ; указание устройства ввода
mov CX, 50 ; указание числа вводимых байт
mov DX, offset text ; указание начального адреса
; поля памяти для ввода
int 21H
```

Программирование работы с принтерами

При работе с печатающими устройствами могут быть использованы прерывания: 14H и 17H BIOS и 21H (AH = 4 и 5) DOS. Следует различать программирование для печатающих устройств параллельного типа (информация передается на принтер побайтово по 8-битовой шине) и печатающих устройств последовательного типа (информация передается по одному проводу последовательно по 1 биту), подключаемых к любому последовательному порту микропроцессора.

Печатающие устройства параллельного типа

- прерывание 17H BIOS (номер принтера предварительно указывается в регистре DX):
 - послать 1 символ в устройство печати: AH = 0. ASCII-код символа предварительно должен быть помещен в регистр AL. В регистре AH после завершения вывода символа возвращается признак успешности результата;
 - инициировать принтер (посылка в порт служебных кодов): AH = 1;
 - получить состояние принтера (в регистре AH): AH = 2.
- прерывание 21H DOS, AH = 5:
 - вывести на печать один символ: AH = 5. ASCII-код символа предварительно записывается в регистр DL. Фрагмент программы печати символа C (ASCII-код символа C равен 43h):

```
mov AH, 5
mov DL, 43H
int 21H
```

Если необходимо отпечатать строку, то следует, используя это же прерывание, организовать вывод символов в цикле, каждый раз помещая в регистр DL ASCII-код очередного символа, а в конце строки и код CR возврата каретки (ASCII-код = 13) и/или LF — перевода строки (ASCII-код = 10). Фрагмент программы печати строки: «Я печатаю»:

```
text db 'Я печатаю', 13
...
mov SI, 0 ; обнуляем смещение адреса символа в строке
mov AH, 5
print: mov DL, text[SI]
; помещаем в DL очередной символ из строки text
int 21H
inc SI ; увеличиваем смещение адреса символа в строке на 1
cmp DL, 13
; сравниваем очередной символ с кодом возврата каретки
jne print
```

Печатающее устройство имеет свой буфер, где накапливает поступающие символы, пока не дожидется символа CR или LF (поэтому возможна печать строки и в обратном направлении).

- Вывести на печать текстовый файл: AH = 40h. Используются функции расширенного управления файлами MS DOS по файловому указателю. Пример фрагмента программы для вывода на печать текстового файла, содержащего 50 байтов:

```
text db 50 dup(' ')
...
mov AH, 40H
mov BX, 4 ; указание устройства вывода
mov CX, 50 ; указание числа выводимых байтов
mov DX, offset text ; указание начального адреса
; поля памяти, содержащего текст
int 21H
```

Печатающие устройства последовательного типа

- прерывание 14H BIOS (номер последовательного порта записывается в регистр DX):
 - инициализация параметров последовательного порта: AH = 0;
 - послать в порт один символ (если к порту подсоединен принтер, то и печать): AH = 1 и др.
- прерывание 21H DOS, AH = 4 (номер последовательного порта записывается в регистр DX):
 - вывести на печать один символ: AH = 4. ASCII-код символа предварительно помещается в регистр DL;
 - далее аналогично прерыванию 21H DOS, AH = 5 для принтера параллельного типа и др.

Программирование работы с файлами

Файл — выделенная по какому-либо признаку поименованная совокупность информационных записей, хранящихся на диске. Каждой записи в пределах файла присваивается порядковый (тем самым уникальный) номер.

Запись идентифицируется своим адресом:

адрес_записи = имя_файла:номер_записи.

Файловая система поддерживает два типа доступа к записям файла:

- последовательный метод доступа;
- прямой метод доступа.

Механизм доступа к файлу и его записям при программировании также имеет два варианта:

- доступ к файлу с использованием специальной таблицы — управляющего блока файла (FCB);
- доступ к файлу по идентификатору (ASCIIZ) и логическому номеру.

Использование FCB для обращения к файлу позволяет реализовать и произвольный, и последовательный методы организации доступа, но часто оказывается довольно сложным, поэтому на практике, если не требуется выполнять детализированные процедуры с отдельными дорожками и секторами диска, чаще применяется обращение к файлу по идентификатору.

Прерывания, используемые при работе с файлами на дисках

Прерывания BIOS:

- 13H — обмен данными с жестким диском (при его отсутствии — с гибким диском);
- 40H — обмен данными с гибким диском (если есть жесткий диск).

Эти прерывания обеспечивают выполнение многих функций, определяемых содержимым регистра AH, и полезных при разработке вспомогательных программ

и средств защиты от копирования, поскольку они позволяют выполнять операции с отдельными дорожками и секторами диска.

□ Прерывание DOS 21H.

Имеется несколько десятков различных вариантов прерывания 21H (определяемых содержимым регистра AH), реализующих так называемые универсальные функции управления файлами при наличии любых версий MS DOS (использующих при обращении к файлам FCB) и несколько десятков вариантов прерывания, предоставляющих так называемые расширенные функции управления файлами при наличии версии MS DOS 2.0 и выше (через строку ASCIIIZ).

Ниже обсуждаются лишь наиболее популярные варианты прерывания 21H DOS, реализующие расширенные функции управления файлами.

При прерываниях этого типа файл полностью идентифицируется ASCIIZ-строкой, а после открытия файла — логическим номером, присваиваемым файлу при его создании и открытии (после закрытия файла его логический номер освобождается).

Вот сводка некоторых служебных функций DOS прерывания 21H.

- AH = 3Ch — создание файла: формируются ASCIIZ-строка, идентифицирующая файл, и атрибут файла; вектор-адрес ASCIIZ-строки файла помещают в регистры DS:DX, в регистр CX помещают атрибут файла; в регистре AX возвращается логический номер файла.
- AH = 3Dh — открытие файла: вектор-адрес ASCIIZ-строки помещают в регистры DS:DX, в регистр AL записывается признак возможной работы с файлом (AL = 0 — файл открывается только для чтения, AL = 1 — только для записи, AL = 2 — и для чтения, и для записи); в регистре AX возвращается логический номер файла.
- AH = 3Eh — закрытие файла (высвобождение его логического номера): логический номер помещают в регистр BX.
- AH = 3Fh — чтение из файла: в регистр BX помещают логический номер, в CX — число считываемых байтов, в DS:DX — вектор-адрес буфера (поля ОЗУ), отведенного для записи считываемой информации; число фактически считанных байтов возвращается в регистре AX.
- AH = 40h — запись в файл: в регистр BX помещают логический номер, в CX — число записываемых байтов, в DS:DX — вектор-адрес буфера (поля ОЗУ), хранящего записываемую информацию; в AX возвращается число фактически записанных байтов.
- AH = 41h — удаление файла: в регистры DS:DX заносится вектор-адрес ASCIIZ-строки файла.
- AH = 42h — установка указателя текущей записи в файле: в регистр BX заносится логический номер, в регистр AL — указание на базовую установку указателя текущей записи (AL = 0 — начало файла, AL = 1 — прежнее значение текущей записи, AL = 2 — конец файла), в регистры CX:DX — смещение указателя относительно базовой позиции (чаще всего 0); в регистрах DX:AX возвращается смещение текущей записи файла относительно начала файла.

- **AH = 43h** — установка новых атрибутов файла: в регистры **DS:DX** заносится адрес **ASCIIZ**-строки файла, в **CX** — значения атрибутов, в **AL** находится «1» (если в **AL** — «0», то происходит чтение атрибутов, которые возвращаются в **CX**).
- **AH = 56h** — переименование файла: в регистровой паре **DS:DX** указывается адрес **ASCIIZ**-строки со старым именем файла, в регистры **ES:DI** заносится адрес **ASCIIZ**-строки с новым именем файла.

Во всех перечисленных случаях при появлении ошибки в выполнении процедуры в регистре **FL** флаг **CF** устанавливается в «1»; код ошибки возвращается в регистре **AX**.

Ниже приводятся фрагменты программ работы с файлами по **ASCIIZ**-строке при следующих форматах данных:

```
path db C:filename.ext, 0 ; ASCIIZ-строка
buf db 1000 dup(?) ; буфер обмена
handle dw ? ; логический номер
size dw ? ; размер файла
```

□ Чтение из файла:

```
; Открытие файла
mov DX, offset path ; адрес ASCIIZ-строки в DX
mov AL, 0 ; открываем только для чтения
mov AH, 3DH ; функция открытия файла
int 21H ; код прерывания
jc open_error ; если CF=1, обработка ошибки открытия файла
mov handle, AX ; запись логического номера
```

□ Определение размера файла:

```
mov AH, 42H ; установка указателя текущей позиции
mov AL, 2 ; код установки в конец файла
mov BX, handle ; запись логического номера
mov CX, 0 ; смещение = 0
mov DX, 0 ; смещение = 0
int 21H ; код прерывания
jc point_error1 ; если CF=1, обработка ошибки установки указателя
mov size, AX ; запись размера файла
```

□ Установка указателя в начало файла:

```
mov AH, 42H ; установка указателя текущей позиции
mov AL, 0 ; код установки в начало файла
mov CX, 0 ; смещение = 0
mov DX, 0 ; смещение = 0
int 21H ; код прерывания
jc point_error2 ; если CF=1, — обработка ошибки установки указателя
```

□ Чтение файла:

```
mov AH, 3FH ; функция чтения из файла
mov BX, handle ; запись логического номера
mov CX, size ; запись размера файла
mov DX, offset buf ; запись адреса буфера обмена
```

```
int 21H                ; выполнение прерывания
jc read_error          ; если CF=1, – обработка ошибки чтения из файла
```

□ Закрытие файла:

```
mov BX, handle         ; запись логического номера
mov AH, 3EH            ; функция закрытия файла
int 21H                ; код прерывания
jc close_error         ; если CF=1, обработка ошибки закрытия файла
```

Запись в файл:

□ Полная перезапись файла.

```
; Открытие (создание) файла
mov DX, offset path
mov CX, 0
mov AH, 3CH
int 21H
jc open_error
mov han, AX
; Запись в файл 500 байт
mov AH, 40H
mov BX, handle
mov CX, 500
mov DX, offset buf
int 21H
jc write_error
```

□ Добавление записей в файл.

```
; Открытие файла
mov DX, offset path
mov AL, 1
mov AH, 3DH
int 21H
jc open_error
mov handle, AX
; Установка указателя в конец файла
mov BX, AX
mov CX, 0
mov DX, 0
mov AL, 2
mov AH, 42H
int 21H
jc point_error
; Запись в файл 300 байт
mov AH, 40H
mov BX, handle
mov CX, 300
mov DX, offset buf
int 21H
jc write_error
```

Некоторые аспекты создания исполняемых программ

Язык ассемблер удобен тем, что, с одной стороны, он позволяет писать программы на уровне команд микропроцессора, с другой стороны, не требует использования и, соответственно, запоминания множества числовых кодов этих команд.

Исходная программа, составленная на языке ассемблер, использующая mnemonic сокращения английских слов и введенная в машину с использованием любого текстового редактора (Word, NE, Brief, Xedit, Lexicon и т. д.), оформляется в виде файла с расширением ASM; после обработки исходной программы программой-ассемблером (ASM, MASM или TASM) формируется программа в машинных кодах — объектная программа с расширением OBJ, уже понятная микропроцессору (ASM выдает только коды ошибок, обнаруженных при трансляции, а MASM предоставляет более развернутую информацию об этих ошибках; MASM, в отличие от ASM, позволяет использовать в программах команды, ориентированные на современные микропроцессоры и сопроцессоры; возможности у TASM еще несколько шире, чем у MASM, но в настоящее время продолжает развиваться только MASM).

Объектная программа еще не является законченной и исполняемой микропроцессором: в ней окончательно оформлены еще не все адреса (программа является «перемещаемой») и не объединены части (блоки), оттранслированные отдельно друг от друга (например, с целью более простой их отладки). Преобразование объектной программы в исполняемую (компоновка объектной программы) выполняется редактором связей LINK (либо TLINK). Исполняемый файл после загрузки имеет расширение EXE. Отладку исполняемой программы удобно выполнять с помощью отладчика DEBUG.

Процедуры формирования программы

Последовательность процедур формирования программы показана на рис. 9.4.

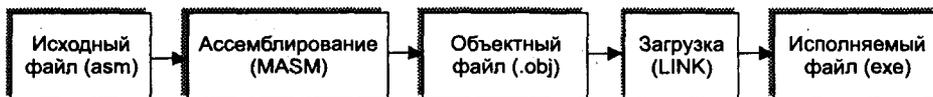


Рис. 9.4. Последовательность процедур формирования программы

1. Составление программы и ее ввод под каким-нибудь именем на диск (дискету). При вводе программы используется любой текстовый редактор, например встроенный редактор Norton Commander.
2. Трансляция (ассемблирование) программы. При запуске транслятора MASM вводится строка вида `MASM c:prog.asm` или просто `MASM`.

Появится запрос: `Surce filename [.asm]`. Следует указать путь к файлу и имя исходного файла, если оно не было указано ранее. В ответ на запрос `Object filename [prog.obj]` ввести имя объектной программы (объектного модуля), если оно отличается от имени исходного файла (иначе следует нажать клавишу

Enter). Если нужен листинг программы в машинных кодах, в ответ на Source listing [nul.lst] укажите местоположение и имя формируемого файла, иначе — нажмите клавишу Enter. Для получения листинга перекрестных ссылок программы в ответ на Cross-reference [nul.crf] укажите местоположение и имя формируемого файла, иначе — нажмите клавишу Enter.

Альтернативный вариант вызова ассемблера: MASM [c:]prog, c:, c:, c:.

Листинг — распечатка, файл для распечатки; листинг программы содержит программу исходную и в машинных кодах, а также обнаруженные при трансляции ошибки в программе. Листинг перекрестных ссылок показывает имена переменных и номера строк программы, где эти переменные используются.

3. Компоновка объектного модуля (загрузка и редактирование связей).

Вводится: LINK c:prog.obj или просто LINK.

Появится запрос: Object modules [.obj].

Следует указать имя файла .OBJ, если оно не было указано ранее.

Следующий запрос: Run file [prog.exe];

если имя исполняемой программы другое, то следует его ввести, иначе — Enter.

List file [nul.map],

следует ввести CON; MAP-файл содержит таблицу имен и информацию о размере сегментов, а также ошибки, обнаруженные при загрузке; ввод CON означает требование вывода их на экран дисплея.

Запрос Libraries [.lib]:

нажмите Enter, если при сборке дополнительных библиотек связей не требуется.

Альтернативный вариант вызова загрузчика: LINK [c:]prog.obj, c:, con.

4. Отладка программы (при необходимости). Можно использовать отладчик DEBUG. Вызов отладчика DEBUG: DEBUG c:prog.exe.

5. Выполнение программы.

При наличии приглашения к работе MS DOS ввести имя программы: c:prog[.exe].

Структура программы на языке ассемблер для получения исполняемого файла формата EXE

Операционная система MS DOS предъявляет некоторые обязательные требования к структуре ASM-программы, предназначенной для последующего создания EXE-файла.

- ❑ Программа может использовать четыре сегмента памяти, начальные адреса которых должны быть загружены в регистры микропроцессора CS, SS, DS и ES, а сами сегменты в явном виде определены в программе в виде операторных скобок: имя_сегмента segment ... имя_сегмента ends (версии MS DOS 4.0 и выше допускают более простое указание сегментов в программе: имя_сегмента).
- ❑ В программе должно быть указание, какие сегментные регистры закрепляются за используемыми сегментами памяти; при исполнении программы сегментные регистры CS, SS, ES в соответствии с этими указаниями загружаются автоматически.

- Сегмент данных DS в EXE-программе не может быть загружен автоматически, поскольку он используется программным загрузчиком для формирования начального адреса служебной области памяти — префикса программного сегмента (PSP), непосредственно предшествующего любой исполняемой программе EXE. Регистр сегмента данных DS должен быть инициализирован принудительно — для этого следует в самом начале ASM-программы записать в стек вектор-адрес возврата к служебной области PSP: содержимое регистра DS и нулевое смещение, а затем в регистр DS загрузить адрес сегмента данных. PSP — это группа служебных слов в оперативной памяти, формируемая для каждой загружаемой программы пользователя и занимающая обычно 256 байтов (100h). При запуске программы пользователя в ОЗУ автоматически формируется PSP, и ее начальный адрес помещается в регистр DS.
- Обеспечение после завершения выполнения программы возврата к префиксу программного сегмента; проще всего это можно сделать, оформив обращение к исполняемой программе в виде обращения к процедуре (главной процедуре, обязательно с атрибутом far) и поместив в конце программы команду возврата get (выход из программы можно выполнить также, используя прерывание 20H DOS или функцию 4Ch прерывания 21H DOS, но управление при этом передается не в PSP, а непосредственно в резидентную часть программы COMMAND.COM).

Типовая структура ASM-программы включает в себя следующее.

1. Имя программы.

```
TITLE prog.ASM
```

Может присутствовать комментарий назначения программы.

2. Инициализацию стековой памяти в сегменте стека:

```
STACKSEG segment stack
DW N dup(?) ; меньше N-32 слов в стеке обычно задавать не следует
STACKSEG ends
```

3. Инициализацию всех переменных в сегменте данных:

```
DATASEG segment
; задаются имена всех констант и переменных.
; их начальные значения и резервируется память под них
DATASEG ends
```

4. Назначение сегментных регистров в сегменте кодов:

```
CODESEG segment
Assume CS:codeseg, DS:dataseg, SS:stackseg
```

5. Организацию главной программной процедуры far:

```
MAIN proc far
```

6. Запись адреса префикса программного сегмента (PSP) в стек:

```
push DS
sub AX, AX
push AX
```

7. Инициализацию содержимого регистра сегмента данных:

```
mov AX, dataseg
mov DS, AX
; при указании в команде в качестве операнда символического
; имени сегмента (dataseg) происходит пересылка начального адреса
; этого сегмента – неверно указывать offset dataseg
```

8. Текст программы пользователя в сегменте кодов:

```
основной текст программы
```

9. Восстановление адреса PSP в DS:

```
ret
```

10. Тексты процедур; если имеются процедуры *near*, используемые в данной программе, то записываются тексты этих процедур.11. Закрытие главной процедуры *main*, сегмента кодов и выход из программы:

```
MAIN endp
CODESEG ends
end MAIN
```

Итак, обобщенная структура программы:

```
title prog.asm
stackseg segment
; задание поля памяти для стека
stackseg ends
dataseg segment
; задание полей памяти для данных и определение всех констант и переменных
dataseg ends
codeseg segment
assume CS:codeseg, DS:dataseg, SS:stackseg
main proc far
push DX
sub AX, AX
push AX
mov AX, dataseg
mov DS, AX
; основной текст программы
; ...
ret
; тексты ближних процедур
main endp
codeseg ends
end main
```

Рассмотрим программу расчета сложных процентов.

Капитал Q вкладывается в некоторое мероприятие, обеспечивающее ежегодный прирост капитала $D\%$. Задача: определить текущую величину капитала в течение

первых N лет. Вот соответствующая ASM-программа для создания исполняемого EXE-файла.

```

TITLE      RASCHET.ASM  ; расчет сложных процентов
STACKSG   SEGMENT     STACK 'STACK'
          DW           64 DUP(?)

STACKSG   ENDS
DATASG    SEGMENT     'DATA' ; задание переменных
VWQ       DB           'Введите величину начального капитала (до 64 000)';
          DB           10,13,'$'
          DB           10,13,'Введите процент годового прироста'
          DB           10,13,'$'
VWN       DB           10,13,'Введите количество расчетных лет'
          DB           10,13,'$'
Q0        DW           ?
D         DW           ?
D1        DW           ?
N         DW           ?
I         DW           1
Q         DW           ?
BUF       DB           5, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
VIVI      DB           ' год капитал'
          DB           10,13,'$'
SRB       DB           14 DUP(0), '$'
SR        DB           6 DUP(0), '$'
SRK       DB           10, 13, '$'
FT10     DW           1
TEN       DW           10
STO       DW           100
DATASG   ENDS
CODESG    SEGMENT     'CODE'
MAIN      PROC        FAR
          ASSUME      CS:CODESG, DS:DATASG, SS:STACKSG
          PUSH        DS
          SUB         AX, AX
          PUSH        AX
          MOV         AX, DATASG
          MOV         DS, AX
          MOV         AH, 9 ; запрос на ввод Q
          MOV         DX, offset VWQ
          INT         21H
          MOV         AH, 0Ah ; ввод Q
          MOV         DX, offset BUF
          INT         21H
          CALL        STR2BIN
          MOV         Q0, DI
          MOV         AH, 9 ; запрос на ввод D
          MOV         DX, offset VVD
          INT         21H

```

```

MOV      AH, 0AH ; ввод D
MOV      DX, offset BUF
INT      21H
CALL     STR2BIN
MOV      D, DI
MOV      AH, 9 ; запрос на ввод N
MOV      DX, offset VVN
INT      21H
MOV      AH, 0AH ; ввод N
MOV      DX, offset BUF
INT      21H
x3850    CALL     STR2BIN
MOV      N, DI
MOV      AX, D
MOV      D1, AX
ADD      D1, 100 ; расчет D1 = (1 + D/100) * 100
MOV      AX, Q0 ; присвоение Q = Q0
MOV      Q, AX
MOV      AH, 9
MOV      DX, offset VIV1
INT      21H
RST:     MOV      AX, Q ; расчет Q = Q * D1
MUL      D1
4235     DIV      STO
MOV      Q, AX
MOV      AX, I
CALL     BIN2STR
MOV      AH, 9 ; вывод года
MOV      DX, offset SR
INT      21H
MOV      AH, 9 ; вывод пробела
MOV      DX, offset SRB
INT      21H
MOV      AX, Q ; вывод прибыли
CALL     BIN2STR
MOV      AH, 9
MOV      DX, offset SR
INT      21H
MOV      AH, 9 ; перевод строки
MOV      DX, offset SRK
INT      21H
INC      I ; I = I + 1
MOV      AX, I
CMP      AX, N ; сравнение I с N
JLE      RST ; условный переход по I ≤ N
RET
BIN2STR  PROC     NEAR
MOV      SI, offset SR+5 ; процедура перевода двоичного

```

```

PR2:      SUB      DX, DX      ; кода в код ASCII с предварительным
          MOV      [SI], DL    ; обнулением поля SR
          DEC      SI
          CMP      SI, offset SR
          JA       PR2
          MOV      CX, 10
          MOV      SI, offset SR+5
PR1:      XOR      DX, DX
          DIV      CX
          OR       DL, 30H
          MOV      [SI], DL
          DEC      SI
          CMP      AX, 0
          JNE     PR1
          RET
BIN2STR   ENDP
STR2BIN   PROC      NEAR      ; процедура перевода ASCII-кодов
          MOV      FT10, 1     ; в двоичный код
          XOR      DI, DI
          MOV      CX, 10
          LEA     SI, BUF + 1
          XOR      BH, BH
          MOV      BL, [BUF + 1]
PR3:      MOV      AL, [SI+BX]
tx2693    AND      AX, 0FH
          MUL     FT10
          ADD     DI, AX
          MOV     AX, FT10
          MUL     TEN
          MOV     FT10, AX
          DEC     BX
          JNZ     PR3
          RET
STR2BIN   ENDP
MAIN      ENDP
CODESG    ENDS
END       MAIN

```

В качестве иллюстративного примера для сравнения сложности программ на языке ассемблер с программами на языке высокого уровня, ниже приводится без пояснений программа решения этой задачи на языке Basic:

```

10 print "Расчет сложных процентов"
20 input "Введите Q, D, N", Q, D, N
30 D1 = 1 + D/100
40 I = 1
50 Q = Q * D1
60 print I, Q
70 I = I + 1
80 if I <= N then goto 50
90 end

```

Основные сведения о листинге и его структуре

Листинг (распечатка) программы на ассемблере используется как при создании ассемблерных программ, так и в качестве источника информации для квалифицированных программистов при отладке и оптимизации программ, написанных на языках высокого уровня. Ни один другой компилятор и его листинг не дает программисту такого количества полезной технической информации, как ассемблер. Ведь одна из основных целей использования языков высокого уровня — как раз желание избежать не очень существенных технических подробностей. Но если программист хочет разобраться с подробностями созданной программы, то большинство отладчиков могут распечатать объектный эквивалент созданной программы на языке ассемблер. Эти распечатки позволяют программисту оценить качество программы и являются весьма полезными при ее оптимизации.

Листинг состоит из 2-х частей: из листинга программы и сводной информации о сегментах и идентификаторах программы.

Листинг программы имеет три столбца, в которых отображаются команды исходной ассемблерной программы и соответствующие им объектные коды:

- левый столбец содержит шестнадцатеричное значение смещения адреса команды (счетчик команд — IP) от начала сегмента;
- правый столбец содержит операторы и псевдооператоры ассемблера (команды и директивы программы);
- в средней части размещены коды: для сегмента стека и сегмента данных — числа, запоминаемые в соответствующих ячейках памяти; для сегмента команд это коды машинных команд МП, соответствующих операторам ассемблера.

Сводная информация о сегментах и идентификаторах дает подробную их характеристику.

В конце листинга приводятся сообщения об ошибках в программе.

При ассемблировании и редактировании связей могут быть получены еще два листинга с дополнительной информацией:

- карта перекрестных ссылок указывает номер строки программы, в которой определен каждый идентификатор, и номера тех строк, в которых имеются на него ссылки (этот листинг можно получить, если на запрос ассемблера о перекрестных ссылках (Cross references) ввести имя файла prog (а не Nul.CRF — по умолчанию), при этом в основном листинге программы добавится столбец с номерами строк);
- карта распределения памяти содержит подробные сведения о сегментах всех блоков программы, объединяемых редактором связей LINK (листинг содержится в файле prog.map).

Особенности структуры машинных команд

Объектные коды, приведенные в среднем столбце листинга — это, по существу, машинная исполняемая (.EXE или .COM) программа, записанная в шестнадцатеричных кодах.

Структура команды в исполняемой программе может существенно быть не похожа на породившую ее команду ассемблера. Например, стандартная двухадресная команда типа `mov, add, sub, and` и т. д. с адресацией типа `m, r` или `r, m` в исполняемой программе способна занимать четыре байта:

КОП	d	w	mod	reg	r/m	dispL	dispH
-----	---	---	-----	-----	-----	-------	-------

Первый байт (байт кода операции) содержит код операции (КОП) и два однобитовых поля: `d` (направление) и `w` (слово). Поле `d` определяет направление передачи данных (записи результата) внутри команды. Если `d = 1`, то передача производится в `reg`, если `d = 0`, то происходит передача из `reg`. Поле `w` определяет формат данных: слово (`w = 1`) или байт (`w = 0`).

Второй байт команды (байт способа адресации) имеет три поля: `reg` (адрес регистра, где находится один из операндов), `mod` (режим адресации) и `r/m` (регистр/память). Если `mod = 11`, то второй из операндов тоже в регистре и поле `r/m` — адрес этого регистра. Если `mod >< 11`, то второй из операндов в памяти, причем при `mod = 00`: `disp = 0` — смещение отсутствует (нет полей `dispL` и `dispH`), при `mod = 01`: `disp = dispL` — старший байт смещения отсутствует, при `mod = 10`: `disp = dispH, dispL` (есть оба байта смещения). Поля `mod >< 11` и `r/m (reg)` определяют способ формирования исполнительного адреса ($A_{исп}$), как показано в табл. 9.1.

Таблица 9.1. Способы формирования исполнительного адреса

r/m или reg	mod = 00	mod = 01	mod = 10	mod = 11	
				w = 0	w = 1
000	BX+SI	BX+SI+disp	BX+SI+disp	AL	AX
001	BX+DI	BX+DI+disp	BX+DI+disp	CL	CX
010	BP+SI	BP+SI+disp	BP+SI+disp	DL	DX
011	BP+DI	BP+DI+disp	BP+DI+disp	BL	BX
100	SI	SI+disp	SI+disp	AH	SP
101	DI	DI+disp	DI+disp	CH	BP
110	disp*	BP+disp	BP+disp	DH	SI
111	BX	BX+disp	BX+disp	BH	DI

Если `mod = 00` и `r/m = 110`, то $A_{исп} = dispH, dispL$ — исполнительный адрес находится в команде (прямая адресация).

Третий и четвертый байты команды рассматриваемой структуры содержат 16-битовый код смещения поля памяти второго операнда (`dispH` — старший байт, `dispL` — младший байт).

Более подробно с объектными кодами команд ассемблера можно познакомиться в работах [10, 35].

Последовательность работы ПК при выполнении программы

Программа решения задачи состоит из последовательности команд, которые выполняются друг за другом. Исключения составляют команды передачи управления, изменяющие естественный ход выполнения программы путем передачи управления по указанному в них явному или неявному адресу.

Каждая команда программы начинает исполняться сразу, как только ее адрес (смещение) поступит в регистр микропроцессора Instruction Pointer (IP). Для выполнения любой, даже самой короткой команды в МП типа CISC требуется несколько тактов.

1. Первый такт у всех команд одинаковый — по адресу, поступившему в IP, выполняется считывание кода команды и передача этого кода в блок регистра команд (БРК) микропроцессора. Более подробно последовательность работы машины на этом такте можно описать следующим образом (здесь и далее указываются только основные управляющие сигналы):

- в регистр IP поступает сигнал считывания информации, и считанный код адреса смещения команды ($A_{\text{смещ}}$) поступит на вход узла формирования адреса в УУ;
- на второй вход этого устройства из МПП поступит считанный из регистра сегмента кода (CS) начальный адрес кодового сегмента;
- в УФА эти коды сложатся и сформируется абсолютный адрес команды по формуле

$$A_{\text{абс}} = A'_{\text{сегм}} \cdot 16 + A_{\text{смещ}};$$

- абсолютный адрес по кодовым шинам адреса (КША) поступит в регистр адреса оперативного запоминающего устройства (ОЗУ), и будет подготовлена соответствующая этому адресу ячейка памяти для считывания информации;
- в ОЗУ поступит управляющий импульс считывания, и код команды из ячеек памяти будет передан на кодовые шины данных (КШД). Количество считанных ячеек зависит от длины кода считываемой команды;
- по КШД код команды пройдет на регистр данных ОЗУ и будет записан обратно в ячейки памяти, из которых он считывался (будет регенерирован);
- одновременно по тем же КШД код команды пройдет в УУ и будет записан в БРК.

Второй и последующие такты команды зависят от кода этой команды, и в первую очередь, от кода операции (КОП). Рассмотрим дальнейшую работу ПК применительно к выполнению ассемблерной команды ADD AX, Pole.

2. В соответствии с данной командой на втором такте должен быть расшифрован код операции команды для определения набора управляющих сигналов,

необходимых для выполнения команды, из регистра АХ считано первое число, участвующее в операции, и это число помещено в регистр Рег1 АЛУ. Для этого:

- в начале второго такта выполнения команды код операции, соответствующий мнемонике ADD, поступит из БРК на вход дешифратора операций (ДШО) устройства управления, в котором по данному коду будет выбрана одна из шин;
 - эта шина является адресной шиной ПЗУ микропрограмм, инициирующей группу ячеек памяти, содержащих сигналы, необходимые для управления выполнением операции сложения. Под действием этих управляющих сигналов в этом же втором такте из БРК будет считан адрес первого числа — АХ, код которого пройдет транзитом через УФА и по КША поступит в МПП;
 - в МПП будет подготовлен для работы регистр АХ и из этого регистра будет считано первое число, которое по КШД пройдет в Рег1 АЛУ.
3. На третьем такте выполнения команды ADD АХ, Pole из иницированных ячеек ПЗУ микропрограмм будут считаны сигналы, которые выполняют следующие действия:
- считают второй адрес из команды, находящейся в БРК. Символическое имя этого адреса Pole, но в коде машинной команды будет находиться уже двоичный код адреса $A_{\text{смещ}}$, взятый из таблицы адресов именованных полей памяти (эту таблицу можно видеть в конце листинга программы);
 - передадут этот адрес на вход УФА. На второй вход УФА поступит начальный адрес сегмента данных $A_{\text{сегм}}$ из регистра DS. В УФА будет сформирован абсолютный адрес второго числа:
- $$A_{\text{абс}} = A'_{\text{сегм}} \cdot 16 + A_{\text{смещ}}$$
- (составляющие $A_{\text{баз}}$ и $A_{\text{инд}}$ в команде не использованы);
- адрес $A_{\text{абс}}$ по КША пройдет в ОЗУ, где по этому адресу будет считано второе число;
 - по КШД считанное число поступит в Рег2 АЛУ и обратно в ОЗУ для регенерации.
4. На четвертом такте все управляющие сигналы поступят в АЛУ, где:
- число из Рег1 будет передано на один вход сумматора;
 - число из Рег2 будет передано на второй вход сумматора;
 - в сумматоре числа сложатся, и сумма поступит в Рег1 АЛУ.
5. В пятом последнем такте выполнения команды ADD АХ, Pole сумма чисел из АЛУ должна быть передана и записана в регистр АХ МПП, а в регистре IP — сформирован адрес смещения следующей команды программы. Для этого:
- из кода команды в БРК будет считан первый адрес — АХ, который транзитом через УФА пройдет по КША в МПП, где инициирует для приема информации регистр АХ;

- из Reg1 АЛУ будет считана сумма чисел, которая по КШД пройдет на вход МПП и будет записана в регистр AX;
- в регистр IP будет добавлено число 6, равное длине выполненной команды (в нашем случае команда ADD AX, Pole имеет длину 6 байтов);

Поскольку в регистре IP сменился код адреса смещения, ПК приступит к выполнению следующей команды программы.

В случае выполнения команд передачи управления в конце такой команды к содержимому IP добавится не длина выполненной команды, а разность между адресом смещения текущей команды и адресом смещения команды, к которой передано управление (при передаче управления в другой сегмент будет изменено и содержимое регистра CS).

Краткие сведения об отладчике программ DEBUG

Программа DEBUG обеспечивает интерактивную отладку программ в формате EXE- и COM-файлов. Обычно он используется для отладки исполняемых программ, полученных с языка уровня ассемблера. Он позволяет отлаживать и исполняемые файлы .EXE и .COM, скомпилированные с языков более высокого уровня.

Отладчик DEBUG умеет:

- проследивать выполнение и управлять выполнением программ;
- вносить изменения в ход выполнения и данные отлаживаемой программы;
- вводить небольшие программы на языке ассемблер, выполнять ассемблирование этих программ и создавать исполняемые программы с расширением COM;
- выполнять преобразование машинных шестнадцатеричных кодов команд в формат языка ассемблер (деассемблирование);
- отображать текстовые файлы в ASCII и шестнадцатеричном формате;
- просматривать и изменять содержимое регистров памяти МП и ячеек основной памяти;
- загружать информацию с дисковых накопителей в основную память и наоборот (считывать информацию с дисков и записывать на них);
- осуществлять поиск конкретных данных в текстах сообщений и программ (с выдачей адреса их хранения);
- просматривать регистр флагов с отображением мнемокодов значений этих флагов (см. табл. 9.2).

Для вызова отладчика DEBUG следует набрать в командной строке DOS слово debug и, если необходимо, имена файлов, с которыми мы будем работать, например: debug prog.exe. Приглашение к вводу команд — «->». После завершения

работы с DEBUG для выхода из него следует набрать q. После набора каждой команды следует нажимать Enter.

Таблица 9.2. Используемые отладчиком DEBUG мнемокоды значений флагов

Флаг	Назначение флага	Установлен	Сброшен
OF	Переполнение (да/нет)	OV	NV
DF	Направление (уменьш/увел)	DN	UP
IF	Прерывания (вкл/откл)	EI	DI
SF	Знак (отриц/полож)	NG	PL
ZF	Нуль (да/нет)	ZR	NZ
AF	Вспомогательный перенос(да/нет)	AC	NA
PF	Четность (чет/нечет)	PE	PO
CF	Перенос (да/нет)	SY	NC

Основные команды отладчика DEBUG

- **N (name)** — объявление имени файла.
- **R m (register)** — отображение на экране дисплея содержимого регистра памяти МП с именем m. Если m не указано, показывается содержимое всех регистров памяти МП, вектор-адрес следующей команды (CS:IP), машинный и мнемокод этой команды, например:

```
-R
AX=0005 BX=0005 CX=0000 DX=0001 SP=FFEE BP=0000 SI=0000 DI=0000
DS=1A8E ES=1A8E SS=1A8E CS=1A8E IP=010A NV UP EI PL NZ NA PO NC
1A8E:010A B81500 MOV AX,0015 ;
```

Если отображается содержимое одного регистра, то команда R позволяет изменить его содержимое:

```
-R ax
AX 0005
:45
-R ax
AX 0045
```

- **A n (assembler)** — прием команд ассемблера с клавиатуры и преобразование их в машинные коды, n — начальный вектор-адрес машинных команд.

Пример ввода программы:

```
-A 100
1A8E:0100 mov ax,15
1A8E:0103 mov bx,5
1A8E:0106 add ax,bx
1A8E:0108 div bx
1A8E:010A
```

- **U n1, n2 LI (unassembler)** — преобразование машинных кодов команд в команды на языке ассемблер и отображение их на экране дисплея, n1 — вектор-адрес первой, а n2 — смещение последней из машинных команд, подлежащих деассемблированию, l — длина программы (может указываться либо n2, либо l). Пример деассемблирования программы:

```
-U100 la
1A8E:0100 B81500 MOV AX,0015
1A8E:0103 BB0500 MOV BX,0005
1A8E:0106 01D8 ADD AX,BX
1A8E:0108 F7F3 DIV BX
```

- **T k (tracing)** — выполнение очередных k команд программы: если k не указано, то выполняется одна команда (пошаговая трассировка программы). Команды обращения к процедурам и внутренние прерывания командой T не выполняются, так как по T будут последовательно выполняться команды процедуры и команды обработки прерывания соответственно. В этих случаях следует использовать команду процедурной трассировки P (procedure), почти аналогичную команде T, но позволяющую автоматически полностью выполнять встречающиеся при трассировке процедуры, или команду G n. После выполнения команд (команды) на дисплей выводится:

- содержимое всех регистров памяти МП в шестнадцатеричном коде (значения флагов регистра FL показываются в мнемокоде (см. табл. 9.2);
- вектор-адрес (CS:IP);
- машинный и мнемокоды текущей команды.

Пример трассировки программы:

```
R
AX=0000 BX=0000 CX=0000 DX=0000 SP=FFEE BP=0000 SI=0000 DI=0000
DS=1A8E ES=1A8E SS=1A8E CS=1A8E IP=0100 NV UP EI PL NZ NA PO NC
1A8E:0100 B81500 MOV AX,0015
-t
AX=0015 BX=0000 CX=0000 DX=0000 SP=FFEE BP=0000 SI=0000 DI=0000
DS=1A8E ES=1A8E SS=1A8E CS=1A8E IP=0103 NV UP EI PL NZ NA PO NC
1A8E:0103 BB0500 MOV BX,0005
-t
AX=0015 BX=0005 CX=0000 DX=0000 SP=FFEE BP=0000 SI=0000 DI=0000
DS=1A8E ES=1A8E SS=1A8E CS=1A8E IP=0106 NV UP EI PL NZ NA PO NC
1A8E:0106 01D8 ADD AX,BX
-t
AX=001A BX=0005 CX=0000 DX=0000 SP=FFEE BP=0000 SI=0000 DI=0000
DS=1A8E ES=1A8E SS=1A8E CS=1A8E IP=0108 NV UP EI PL NZ NA PO NC
1A8E:0108 F7F3 DIV BX
-t
AX=0005 BX=0005 CX=0000 DX=0001 SP=FFEE BP=0000 SI=0000 DI=0000
DS=1A8E ES=1A8E SS=1A8E CS=1A8E IP=010A NV UP EI PL NZ NA PO NC
1A8E:010A 48 DEC AX
```

- **G n (go)** — выполнение EXE- или COM-программы до команды с вектор-адресом n, при отсутствии n программа обрабатывает до конца.

После выполнения команд (команды) на дисплей выводятся:

- содержимое всех регистров памяти МП в шестнадцатеричном коде (значения);
- флаги регистра FL выводятся в мнемокоде (см. табл. 9.2);
- вектор-адрес (CS:IP), машинный и мнемокод текущей команды.

После выполнения программы получим:

```
-g 10a
AX=0005 BX=0005 CX=0000 DX=0001 SP=FFEE BP=0000 SI=0000 DI=0000
DS=1A8E ES=1A8E SS=1A8E CS=1A8E IP=010A NV UP EI PL NZ NA PO NC
1A8E:010A 48 DEC AX
```

- **D n, s Lk (dump)** — отобразить на экране дисплея содержимое *k* ячеек памяти, начиная с ячейки по вектор-адресу *n* (по умолчанию *n* — текущий вектор-адрес + 1 и *k* = 128), то есть, нажав клавиши **D** и **Enter**, можно посмотреть следующие 128 ячеек:

```
-D
1D20:0C00 F7 07 01 00 75 12 2E C7-06 CB 98 02 00 EB 09 E8 .....u.....
1D20:0C10 96 00 F8 EB 0D F9 EB 0A-50 B0 03 B4 FF E8 03 00 .....P.....
1D20:0C20 58 F8 C3 57 26 8B 7F 04-2E 89 3E CF 98 26 88 05 X..w&.....>..&..
1D20:0C30 26 88 65 01 50 2E A1 DE-98 26 89 45 02 58 3C 01 &.e.P...&.E.X<.
1D20:0C40 75 0A 26 89 55 04 26 89-4D 06 EB 5A 3C 02 75 06 u.&.U.&.M..Z<.u.
1D20:0C50 26 89 55 04 EB 50 3C 07-74 E8 3C 08 74 E4 3C 06 &.U..P<.t.<.t.<.
1D20:0C60 75 06 26 88 55 04 EB 3E-3C 04 75 0F 2E A1 D8 98 u.&.U..><.u.....
1D20:0C70 40 26 89 45 04 26 8C 5D-06 EB 2B 26 89 75 04 26 @&.E.&.]..+&.u.&
```

Частные случаи:

- если *L* и *k* не указаны, то до ячейки, имеющей в том же сегменте, смещение равное *S*;
- если *S* не указано, то показываются *k* ячеек памяти (в частности: **D n Lk** — одна ячейка памяти с вектор-адресом *n*);

Примеры:

```
-D 3b43 L3
1A8E:3B40 6C 6C 65 11e
-D 3b43 L1
1A8E:3B40 6C 1
```

- если *S* и *Lk* не указаны (есть только **D n**), то отображаются 128 ячеек памяти, например:

```
-D 405
1A8E:0400 69 6C 65-66 69 6C 65 66 69 6C 65 ilefilefile
1A8E:0410 66 69 6C 65 66 69 6C 65-66 69 6C 65 66 69 6C 65 filefilefilefile
1A8E:0420 00 44 CD 21 F6 C2 80 74-05 F6 C2 10 75 05 E8 52 .D.!...t...u..R
1A8E:0430 FD 8C DB 53 81 C3 2D 00-03 DA 8C CD 8B C2 80 E4 ...S...-.....
1A8E:0440 0F B1 04 8B F2 D3 E6 8B-CE D1 E9 4E 4E 8B FE 2B .....NN..+
1A8E:0450 E8 2B 08 8E C5 8E DB F3-A5 FC 8E DD 07 06 BF 00 +.....
1A8E:0460 01 33 F6 AD 95 BA 10 00-EB 2B AD 95 B2 10 EB 35 .3.....+....5
1A8E:0470 AD 95 B2 10 EB 36 AD 95-B2 10 EB 3B AD 95 B2 10 .....6.....:....
1A8E:0480 EB 5D AD 95 B2 .]...
```

Содержимое выводится в шестнадцатеричном коде и в соответствующих символах ASCII (символы расширенного набора ASCII замещаются точкой (.)).

- **E n** "текст1", " текст2"... (enter) — изменение содержимого ячеек памяти начиная с вектор-адреса *n*; количество ячеек определяется размером и количеством указанных в команде текстов, так, по команде `-e 200 'pole', 'файл', 'file'` выводится следующая информация:

```
-d 200 Lc
1A8E:0200 70 6F 6C 65 E4 A0 A9 AB-66 69 6C 65 pole...file:
```

При вводе числовой информации (машинных кодов команд) следует набрать **E n**, нажать клавишу **Enter** и после отображенного байта информации и точки ввести новое значение (1 байт), например:

```
-e 300
1A8E:0300 73.20
```

Для ввода последующих байтов нужно нажать клавишу **Space** и выполнить ввод очередного байта.

- **F n Lk** "текст1" (fill) — заполнение блока памяти длиной *k* байт начиная с вектор-адреса *n* однобайтовыми фрагментами «текст1»: например, `-f 400 L20 'file'`.
Результат выполнения команды:

```
-d 400 130
1A8E:0400 66 69 6C 65 66 69 6C 65-66 69 6C 65 66 69 6C 65 filefilefilefile
1A8E:0410 66 69 6C 65 66 69 6C 65-66 69 6C 65 66 69 6C 65 filefilefilefile
1A8E:0420 00 44 CD 21 F6 C2 80 74-05 F6 C2 10 75 05 E8 52 .D!...t....u..R
```

- **S n Lk** "текст" (search) — поиск фрагмента «текст» в поле памяти длиной *k* ячеек с выдачей вектор-адреса ячейки, хранящей искомый текст: `-s 200 L10 'fi'`.
Результат работы команды: `1A8E:0208`.

- **W (write)** — запись программы на диск; в регистр **CX** должна быть предварительно указана длина программы в байтах, в регистр **VX** занесен нуль, а командой **N** задано имя файла (**N имя_файла**);
- **L (load)** — загрузка файла с диска в ОП; предварительно следует в **VX** записать нуль, в регистр **CX** записать длину файла в байтах и объявить его имя **N**; для стандартно оформленных COM- и EXE-программ это же можно выполнить, набрав `debug имя_файла`.

Заметим, что:

- ввод всех числовых данных осуществляется в шестнадцатеричной системе счисления, текстов — в символах ASCII, помещенных в кавычки;
- вектор-адрес имеет форму **адрес сегмента:адрес смещения**; адрес сегмента может быть определен в явном виде шестнадцатеричным кодом или указанием соответствующего сегментного регистра; сегмент команд может быть задан по умолчанию; адрес смещения описывается в явном виде шестнадцатеричным кодом. Примеры задания вектор-адреса: `4FC5:10B`, `13C6:1ABV`, `DS:0`, `CS:100`;

- при выводе и отображении двухбайтовых слов старший байт размещается правее младшего. Пример: при отображении машинного кода команды `mov AX, 0123` на экране получим: `B82301` (`B8` — код `'mov ax'`).

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определения алгоритма и программы решения задачи. Сформулируйте основные необходимые свойства алгоритма и способы его записи.
2. Назовите основные классы алгоритмических языков и разновидности трансляторов.
3. Приведите и поясните типовой состав машинных команд и возможные их структуры.
4. Назовите основные режимы работы компьютеров и дайте им краткую характеристику.
5. Что такое прерывание работы программы и каково его назначение? Назовите виды прерываний и укажите последовательность действий машины при выполнении прерывания.
6. Назовите виды и особенности адресации ячеек памяти в ПК.
7. Какие регистры микропроцессорной памяти используются для адресации данных, команд программы, стековой памяти?
8. Назовите основные компоненты языка ассемблер, приведите структуру команд и директив.
9. Приведите структуру ассемблерной программы и дайте краткую характеристику основных структурных фрагментов этой программы.
10. Составьте и отладьте ассемблерную программу решения какой-либо задачи, например вычисления суммы членов математического ряда.
11. Каково назначение отладчика программ? Назовите основные его возможности.
12. Поясните последовательность работы блоков ПК при реализации команды машинной программы.

Глава 10 Программное обеспечение компьютера

Количество программ, имеющих в современном компьютере, исчисляется сотнями и даже тысячами. Именно они обеспечивают комфортную работу пользователя.

Следует иметь в виду, что стоимость программного обеспечения (software) современного ПК существенно превосходит стоимость аппаратных средств (hardware). По образному выражению, в ближайшем будущем стоимость программ будет соотноситься со стоимостью оборудования как стоимость товара и его упаковки (конечно, если программные продукты цивилизованно покупать, а не копировать незаконно).

Вся совокупность программ входит в так называемое программное обеспечение компьютера. *Состав программного обеспечения* ПК является важнейшей его функциональной характеристикой. Программное обеспечение (ПО) — это совокупность программ регулярного применения, необходимых для решения задач пользователя, и программ, позволяющих наиболее эффективно использовать вычислительную технику, обеспечивая пользователям наибольшие удобства в работе и минимум затрат труда на программирование задач и обработку информации.

Программное обеспечение принято делить на системное (базовое) и прикладное.

- **Системное ПО** предназначено для повышения эффективности создания программ обработки информации и их реализации на компьютере, а также для предоставления пользователям определенных услуг по работе с ресурсами компьютера.
- **Прикладное программное обеспечение (ППО)** предназначено для решения определенной проблемной задачи пользователя или класса таких задач (ППО часто называют программным приложением или просто приложением).

Системное программное обеспечение

Состав системного программного обеспечения показан на рис. 10.1.



Рис. 10.1. Состав системного программного обеспечения

Системное программное обеспечение (СПО) включает в себя:

- ❑ **операционную систему (ОС)** — обязательную часть СПО, обеспечивающую эффективное функционирование ПК в различных режимах, организующую выполнение программ и взаимодействие пользователя и внешних устройств с компьютером;
- ❑ **сервисные программы**, расширяющие возможности ОС посредством предоставления пользователю и его программам набора дополнительных услуг;
- ❑ **инструментальные программные средства**, которые предназначены для эффективной разработки и отладки ПО;
- ❑ **систему технического обслуживания**, облегчающую диагностику, тестирование оборудования и поиск неисправностей в ПК, тем самым способствуя более высокой надежности и достоверности выполнения процедур преобразования информации.

Операционные системы компьютеров

Решение любой задачи на компьютере требует наличия, с одной стороны, программ (программных средств — software), определяющих последовательность

всех подлежащих выполнению операций, с другой стороны, определенных аппаратных средств (процессора, памяти, дисплея, принтера, клавиатуры и т. д. — hardware), привлекаемых для реализации этих операций. Многие процедуры управления аппаратными средствами компьютера являются более или менее стандартными и по существу не зависят от программных средств. Основной задачей операционной системы (ОС) и является автоматизация выполнения указанных стандартных, часто достаточно тривиальных процедур.

Функциональные связи между ресурсами вычислительной системы можно представить так, как показано на рис. 10.2.

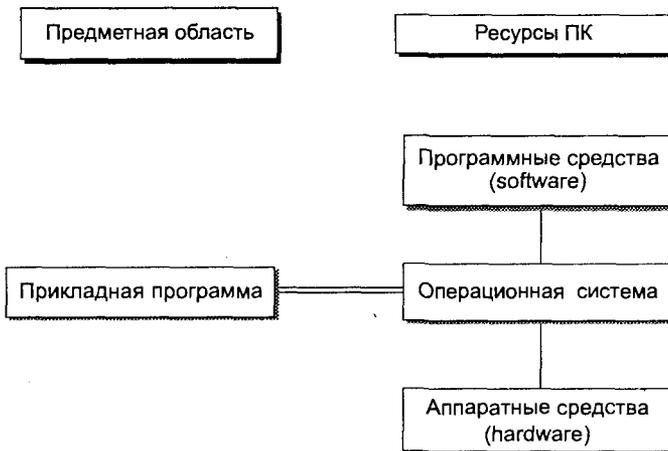


Рис. 10.2. Связи между ресурсами вычислительной системы

Эти связи охватывают:

- аппаратные средства, объединяющие технические элементы компьютера;
- программные средства, включающие в себя все средства системного программного обеспечения;
- операционные системы, автоматизирующие стандартные процедуры управления аппаратными и программными средствами;
- прикладные программы, реализующие решение конкретной задачи пользователя.

С точки зрения пользователя ОС формирует удобный пользовательский интерфейс (командный язык для управления функционированием компьютера и набор сервисных услуг, освобождающих пользователя от выполнения рутинных операций), программное окружение, своеобразный «пейзаж», на фоне которого выполняется разработка и осуществляется исполнение прикладной программы пользователя.

С технической точки зрения ОС — комплекс программ, обеспечивающий управление ресурсами компьютера, процессами обработки информации, использующими эти ресурсы, и данными.

Управление ресурсами сводится к процедурам упрощения доступа к ресурсам, динамического распределения ресурсов между конкурирующими за них процессами. Следует иметь в виду, что ресурсом является любой объект вычислительной системы, который может быть востребован вычислительными процессами и, соответственно, распределен между ними.

Различают аппаратные и программные ресурсы. К *аппаратным ресурсам* относятся микропроцессор, дополнительные процессоры (например, математический сопроцессор, процессор прямого доступа к памяти и т. п.), основная память, внешняя память, принтер, видеомонитор и другие периферийные устройства. Распределяются между процессами, соответственно, процессорное время, сегменты и ячейки памяти и т. д. К *программным ресурсам* относятся все доступные пользователю программные средства управления вычислительными процессами и данными.

Управление процессами обработки информации заключается в организации и реализации эффективных режимов функционирования компьютера, таких как:

- однопользовательский и многопользовательский режимы (совместная работа с компьютером одновременно нескольких пользователей через отдельные терминалы);
- однопрограммный (однозадачный) и многопрограммный (многозадачный) режимы работы; многопрограммный режим работы в зависимости от режима доступа к ресурсам, в свою очередь, подразделяется на режимы:
 - пакетной обработки (без непосредственного доступа пользователя, а с предварительным сбором и формированием всего блока (пакета) программ, подлежащих одновременному решению);
 - разделения времени (одновременный диалоговый (интерактивный) доступ нескольких пользователей с разделением между ними каждого заранее фиксированного интервала машинного времени, или в соответствии с иной дисциплиной обслуживания);
 - реального времени (с гарантированным временем обслуживания каждого обращения пользователя или внешнего терминала);
- режим формирования виртуальных машин (каждому пользователю в рамках основной конфигурации компьютера выделяется как бы отдельная машина меньшей производительности, возможно, со своей операционной системой);
- работа в однопроцессорных, многопроцессорных, многомашинных, в том числе и сетевых, вычислительных системах.

Управление данными имеет целью обеспечить идентификацию, организацию и хранение данных, обрабатываемых в компьютере. Под организацией данных понимается в том числе и создание библиотек и баз данных, их актуализация, эффективный доступ к данным и их выборка. Характерной особенностью ОС ПК является то, что они предоставляют «дружественный» пользовательский интерфейс. Дружественность ОС означает, что она обеспечивает необходимый сервис пользователю в процессе выполнения прикладных программ и предлагает комфортные условия программисту для разработки и отладки программ, а также для хранения, преобразования, отображения и копирования информации.

Наибольшее распространение для ПК получили ОС семейств:

- MS DOS — для ПК IBM PC;
- OS/2 — для ПК IBM PS/2 и PC с МП 80386 и выше;
- UNIX — для 32-разрядных ПК IBM PS/2 и IBM PC с МП 80386 и выше;
- Windows — для ПК IBM PC с МП 80486 и выше.

На рис. 10.3 показано процентное соотношение различных ОС, распространенных в 1993 и 2000 годах. Следует заметить, что в Windows поддерживается или эмулируется DOS, а на многих ПК установлено сразу несколько ОС.

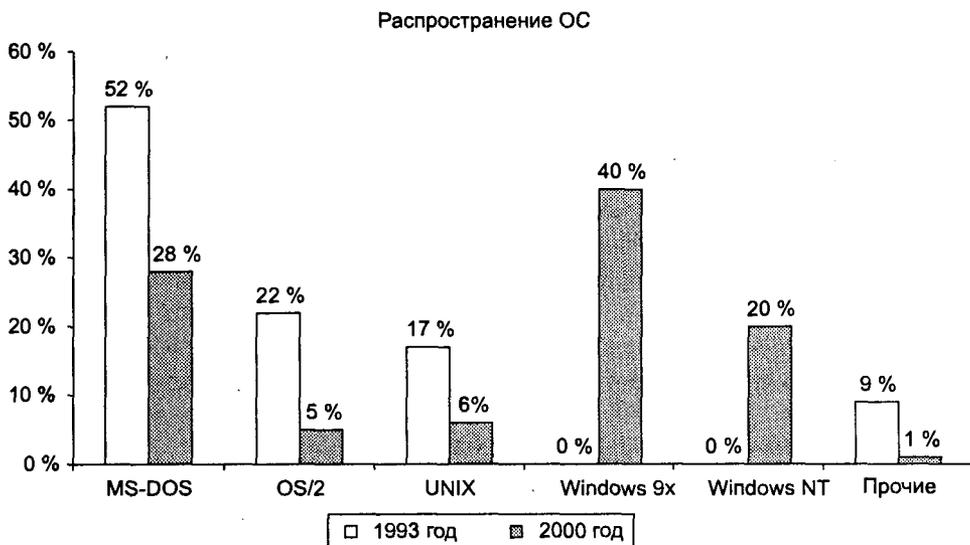


Рис. 10.3. Распространение ОС для ПК

Операционная система OS/2

OS/2 (Operating system/2) является однопользовательской многозадачной ОС, односторонне (MS DOS → OS/2) программно совместимой с MS DOS и предназначенной для работы с МП 80386 и выше (ПК IBM PC и PS/2). OS/2 может одновременно выполнять до 16 программ (каждая из них в своем сегменте памяти), но среди них только одну подготовленную для MS DOS.

Важными особенностями OS/2 является наличие:

- многооконного интерфейса пользователя;
- программных интерфейсов для работы с системами баз данных;
- эффективных программных интерфейсов для работы в локальных вычислительных сетях.

OS/2 поддерживает физическую ОП объемом до 16 Мбайт и виртуальную — до 512 Мбайт на каждую задачу. К недостаткам OS/2 относится в первую очередь сравнительно небольшой объем программных приложений (ППО), наработанных

к настоящему времени, а также плохой маркетинг этого программного продукта фирмой-разработчиком.

Операционная система UNIX

UNIX — многопользовательская, многозадачная ОС, включает в себя достаточно мощные средства защиты программ и файлов различных пользователей. Большая часть системных программ ОС UNIX написана на языке C (а не на ассемблере, как в DOS и OS/2) и она (за исключением небольшого ядра) является машинно-независимой, что обеспечивает высокую мобильность ОС и легкую переносимость прикладных программ на универсальные компьютеры, мини-компьютеры и ПК различной архитектуры. Важной особенностью ОС семейства UNIX является ее модульность и обширный набор сервисных программ, которые позволяют создать благоприятную операционную обстановку для пользователей-программистов (то есть система особенно эффективна для специалистов — прикладных программистов).

UNIX поддерживает иерархическую файловую структуру, виртуальную память, многооконный интерфейс, многопроцессорные системы, многопользовательскую систему управления базами данных, неоднородные вычислительные сети. Для небольших однопользовательских систем на базе ПК она чаще всего является избыточной.

Большое распространение UNIX и ее версия **Linux** получили в сети Интернет, где важнейшее значение имеет независимость ОС от аппаратной платформы.

Операционные системы Windows

Операционные системы **Windows** — это семейство операционных систем, включающее: Windows 3.1, Windows for Workgroups 3.11, Windows 9x, Windows NT, Windows 2000, Windows ME, Windows XP (первые две обычно называют операционными оболочками, поскольку они работали поверх ОС DOS).

Windows 9x (Windows 95 и Windows 98) — это популярные операционные системы для персонального компьютера с графическим пользовательским интерфейсом; в отличие от предыдущих версий — программных оболочек Windows 3.1 и Windows for Workgroups 3.11, включают в свой состав операционную систему DOS 7.0 и относятся к новому поколению 32-разрядных операционных систем. Они позволяют более полно использовать потенциал современного персонального компьютера, и многие операции в этих версиях Windows выполняются проще и быстрее. ОС Windows 9x — хорошо защищенные многозадачные ОС, обеспечивают эффективную работу в системах мультимедиа и в информационно-вычислительных сетях (в том числе и в Интернете), работу с электронной почтой.

При работе в Windows 9x можно использовать длинные, достаточно информативные имена файлов, можно перемещать любые объекты в любое место экрана и в любом месте экрана вызвать контекстное меню и получить контекстную помощь.

Windows NT — многопользовательская, многозадачная, многопоточная ОС, она имеет графический пользовательский интерфейс, почти аналогичный интерфейсу Windows 9x.

Отличительными чертами этой операционной системы являются:

- встроенная сетевая поддержка, — в отличие от других ОС, Windows NT изначально создавалась с учетом работы в вычислительной сети, поэтому в интерфейс пользователя встроены функции совместного использования сетевых файлов, устройств и объектов;
- приоритетная многозадачность, позволяющая приложениям с более высоким приоритетом вытеснять менее приоритетные приложения, что приводит, в частности, к более эффективному использованию машинного времени ввиду автоматической ликвидации зависания системы при выполнении «сбойного» приложения;
- присутствие достаточно мощных средств защиты файлов различных пользователей от несанкционированного доступа; наличие многоуровневого доступа к ресурсам с назначением пользователям уровня доступа в соответствии с их компетенцией;
- поддержка нескольких файловых систем — кроме файловой системы FAT, понимаемой всеми версиями Windows, Windows NT имеет собственную файловую систему (NTFS);
- поддержка широкого спектра компьютерных платформ, в том числе и мультипроцессорных вычислительных систем.

На рынке первая версия ОС Windows NT появилась в 1993 году, а в настоящее время ее версии 4.0 и 5 широко применяются самыми разными организациями, банками, промышленностью и индивидуальными пользователями.

Windows 2000 — операционная система, объединяющая возможности Windows NT и Windows 9x, с расширением многих сервисных функций, но достаточно сложная в использовании. В качестве упрощенного варианта на базе Windows 2000 создана *Windows ME* — версия ОС, являющаяся развитием Windows 9x. Разработана новая версия ОС Windows — версия 2001 года Windows XP.

Получившие наибольшее распространение в настоящее время операционные системы MS DOS и Windows рассмотрены подробнее в разделе «Операционные системы ПК».

Приведенное выше разбиение программ СПО на четыре группы довольно условно, так как развитые операционные системы часто имеют в своем составе несложные сервисные программные средства и даже элементы системы технического обслуживания.

Сервисные системы

Сервисные системы предназначены для обеспечения эффективного взаимодействия пользователя и ПК, они являются дополнением и расширением пользовательского интерфейса операционных систем — выполняют посреднические функции между пользователем и ОС. Сервисные системы чисто условно можно разделить на:

- интерфейсные системы;
- оболочки ОС;
- утилиты.

Интерфейсные системы — это мощные сервисные системы, чаще всего графического типа, совершенствующие не только пользовательский, но и программный интерфейс ОС (сопряжение ОС с прикладными программами), в частности, реализующие некоторые дополнительные процедуры распределения дополнительных ресурсов.

*Оболочки ОС*¹ предоставляют пользователю качественно новый по сравнению с реализуемым операционной системой интерфейс и делают необязательным знание последнего; оболочки реализуют наиболее «дружественный» интерфейс с пользователем с помощью системы меню. Наиболее популярные оболочки ОС MS DOS: Norton Commander, Volkov Commander, DOS Navigator, FAR manager и т. д. Для OS/2 — это WPS Shell.

Утилиты автоматизируют выполнение отдельных типовых, часто выполняемых процедур, реализация которых потребовала бы от пользователя разработки специальных программ. Многие утилиты имеют развитый диалоговый интерфейс с пользователем и приближаются по уровню общения к оболочкам. Собственно, оболочки ОС и интерфейсные системы тоже состоят из утилит, но объединенных в единую систему.

Среди наиболее популярных утилит следует отметить средства:

- обслуживания магнитных дисков (форматирование; обеспечение сохранности системной информации на диске и возможности ее восстановления в случае разрушения; восстановление ошибочно удаленных файлов и каталогов, а также содержимого файлов и каталогов в случае его разрушения; оптимальная компоновка и дефрагментация файлов на диске; надежное удаление с диска конфиденциальной информации с невозможностью ее дальнейшего прочтения и т. д.);
- обслуживания файлов и каталогов (создание, копирование, переименование, пересылка, быстрый поиск, удаление и т. п.);
- архивирования и разархивирования файлов (архивирование существенно уменьшает размер файла);
- защиты от компьютерных вирусов и многие другие.

Инструментальные программные средства

Инструментальные программные средства находят применение в ходе разработки, корректировки или расширения других программ и включают в свой состав средства написания программ (текстовые редакторы), преобразования программ к виду, пригодному для выполнения на ПК (ассемблеры, компиляторы, интерпретаторы, загрузчики и редакторы связей), контроля и отладки программ (средства отладки).

При программировании для ПК используются: машинно-ориентированный язык Assembler, процедурно-ориентированные языки высокого уровня: Macro Assembler, Basic, Pascal, Delphi, C, C++, Java, Ada, APL, COBOL, Forth, GPSS, LOGO, Modula, PL/1, Spobol, PRGT и многие другие; проблемно-ориентированные языки (функ-

¹ Для ОС с графическим интерфейсом другие оболочки, как правило, не требуются.

циональные языки, непроцедурные языки высокого уровня): dBASE и его производные, LISP, PROLOG и т. д.

Для написания программы на одном из названных алгоритмических языков полезным помощником является текстовый редактор, позволяющий формировать тексты в символах ASCII. Текстовый редактор умеет редактировать, формировать и объединять тексты программ, а некоторые — и контролировать синтаксис создаваемых программ (примеры популярных текстовых редакторов: MS Word, Lexicon, WordPerfect, XEDIT, TeX, ChiWriter, Norton Editor, MultiEdit и многие другие).

Программа, написанная на алгоритмическом языке, должна быть преобразована (переведена) в объектную программу (объектный модуль) на языке машины (двоичные коды). Подобное преобразование выполняется трансляторами: с языка ассемблер — ассемблером, с языков высокого уровня — компиляторами. Для некоторых алгоритмических языков используются интерпретаторы, не создающие объектный модуль, а при каждом очередном выполнении программы преобразующие каждую ее отдельную строку или оператор на машинный язык; формирующие машинные команды с последующим непосредственным выполнением предписанных этими командами действий (интерпретаторы, естественно, существенно замедляют выполнение программы, поэтому использование компиляторов для отлаженных регулярно исполняемых программ предпочтительнее).

Объектный модуль затем обрабатывается загрузчиком — редактором связей (Link, TurboLink), преобразующим его в исполняемую машинную программу, с объединением воедино отдельно скомпилированных его частей и привлечением дополнительных системных библиотек, содержащих стандартные подпрограммы и процедуры. На этапах трансляции, интерпретации и редактирования связей выполняется, как правило, синтаксический контроль программы с выдачей сообщений об обнаруженных ошибках.

Интерактивную отладку программы целесообразно осуществлять с помощью специальных программных средств — средств отладки. Средства отладки позволяют выполнять трассировку программ (пошаговое ее исполнение с выдачей информации о результатах исполнения — содержимом регистров и ячеек памяти), производить проверку синтаксиса программы и промежуточных результатов в точках останова, осуществлять модификацию значений переменных в этих точках. Наиболее распространенный отладчик, включаемый в системное программное обеспечение, — Debug (более развитый его вариант Turbo Debugger).

Операционные системы ПК

Операционные системы — важнейшая часть программного обеспечения, определяющая интерфейс пользователя при его работе на компьютере.

Интерфейс должен быть дружелюбным к пользователю и в этом аспекте можно говорить о трех уровнях общения пользователя с машиной:

- командный интерфейс — пользователь должен прилично знать файловую систему и команды операционной системы и вводить их с клавиатуры в командную строку, имеющуюся на экране дисплея; такой интерфейс обеспечивается непосредственно MS DOS;

- интерфейс в виде текстовых меню — пользователь должен ориентироваться в многочисленных меню и уметь выбрать в этих меню нужные команды и файлы по их наименованиям (обычно на английском языке); интерфейс такого типа реализуется многими оболочками ОС, в частности, наиболее популярной оболочкой Norton Commander, а также Volkov Commander, FAR Manager и т. п.;
- интерфейс в виде графических меню — пользователь должен ориентироваться в многочисленных меню и панелях инструментов и уметь выбрать в этих меню нужные команды и файлы по условным графическим значкам, обычно сопровождаемым их наименованиями; интерфейс этого типа реализуется графическими интерфейсными системами (Windows 3.1) и операционными системами с графическим интерфейсом (Windows 9x/NT/2000/XP).

Операционные системы командного типа

К операционным системам командного типа относятся: MS DOS, R DOS, UNIX, Linux и многие другие. Наибольшее распространение среди них получила дисковая операционная система MS DOS, как в локальном варианте, так и в составе других ОС.

Архитектура операционной системы MS DOS

В состав MS DOS входят:

- базовая система ввода-вывода (BIOS — Basic Input-Output System);
- загрузчик операционной системы (программа начальной загрузки);
- блок расширения BIOS (файл IBMBIO.com);
- базовый блок DOS (файл MSDOS.com), его часто называют блоком обработки прерываний;
- командный процессор (программа Command.com), содержащий встроенные внутренние макрокоманды (сервисные и служебные подпрограммы, большей частью подпрограммы обслуживания файлов);
- файл конфигурации системы (набор команд Config.sys);
- файл автозагрузки процедур (набор команд Autoexec.bat);
- программы выполнения внутренних и внешних команд DOS.

Часть программ ОС хранится в постоянной памяти машины, а другая (большая) — на магнитном диске. Так, BIOS размещается в ПЗУ на системной плате, а остальные компоненты ОС — на одном из дисков (жестком или гибком); причем загрузочная запись (Boot Record) размещена в самом начале диска. Диск, содержащий компоненты ОС, называется системным.

Базовая система ввода-вывода (BIOS)

BIOS, строго говоря, является компонентом ПК, а не ОС, так как не изменяется (поскольку размещается в ПЗУ) при смене установленной в ПК ОС. BIOS выполняет функции:

- инициализации машины, то есть приведения в исходное состояние всех элементов машины при включении питания;

- тестирования, то есть проверки комплектности и работоспособности аппаратных и программных ресурсов машины (процессора, памяти, драйверов и т. д.);
- инициализации операционной системы, то есть считывания с системного диска загрузчика ОС;
- обработки программных и аппаратных прерываний нижнего уровня, выполняющих служебные процедуры и операции с внешними устройствами;
- управления стандартными устройствами ввода-вывода ПК.

Управление внешними устройствами ПК осуществляется при помощи специальных программ, называемых драйверами.

Драйверы

Драйверы освобождают программы DOS и программы пользователя от детализированного программирования операций ввода-вывода (под детализированным программированием понимается написание подробных инструкций на уровне машинных команд). Благодаря этому программы пользователя могут быть написаны относительно независимо от свойств оборудования и не меняться при изменении аппаратуры и совершенствовании ОС.

Драйвер выполняет следующие функции:

- принимает запросы на обращение к внешнему устройству;
- преобразует запросы в команды управления ВУ с учетом всех особенностей работы и деталей конструкции этого устройства;
- обрабатывает прерывания от обслуживаемого внешнего устройства.

Драйвер является согласующим звеном между обращающимися к ВУ программами и самим ВУ. Драйверы бывают стандартными и загружаемыми.

Стандартные драйверы управляют работой стандартных устройств: монитором, клавиатурой, дисковыми и принтером. Они записываются в постоянное запоминающее устройство ПК при его программировании вне машины и входят в состав базовой системы ввода-вывода.

Загружаемые драйверы используются в следующих случаях:

- для управления дополнительными внешними устройствами ПК, например, графопостроителем, сканером, мышью и т. п.;
- для управления стандартными внешними устройствами, чем-либо отличными от штатных, предусмотренных в базовом комплекте ПК;
- для управления стандартными устройствами, используемыми в режиме, отличном от штатного.

Последний случай характерен, например, для устройств, в которых не был предусмотрен ввод или вывод букв русского алфавита (нерусифицированных устройств). Информация обо всех дополнительно установленных драйверах должна содержаться в `Config.sys`.

Загрузчик операционной системы

Загрузчик операционной системы — это программный модуль *Boot Record* или *System Bootstrap*, называемый обычно просто загрузчиком, предназначен для считывания в оперативную память двух файлов DOS: модуля расширения BIOS — *EM BIOS* и модуля обработки прерываний — *VM DOS*. Загрузчик размещается на каждом отформатированном диске на 0-й стороне 0-й дорожки в 1-м секторе. Размер загрузчика — 512 байтов, то есть это небольшая программа. В начале загрузчика размещается служебная информация о BIOS (имя фирмы-изготовителя и дата-версия системы) и о структуре записей на диске (формат диска, число секторов на диске и в кластере, число таблиц размещения файлов и т. д.), а затем — собственно сама программа-загрузчик.

Блок расширения BIOS

BIOS находится в ПЗУ машины и поэтому является общей и неизменяемой частью всех возможных операционных систем для данной модели ПК. Изменение содержимого ПЗУ, даже если ПЗУ организовано на флэш-памяти, — дело сложное, и поэтому практически не выполняется. Однако в случае необходимости функции BIOS можно модифицировать путем их расширения при помощи дополнительного модуля. Эта необходимость может быть вызвана:

- подключением к ПК новых внешних устройств;
- моделированием диска в оперативной памяти (виртуальный или электронный диск);
- использованием нестандартного командного процессора и т. д.

Таким дополнительным модулем является блок *EM BIOS*; этот блок является как бы надстройкой над BIOS, модифицирующей и дополняющей ее возможности. Этот программный модуль хранится на системном диске. Необходимые сведения об изменении или дополнении функций DOS сообщаются операционной системе программой *IBMBIO.com* при помощи команд, хранящихся в файле конфигурации *Config.sys*. Каждый раз после запуска ПК DOS просматривает корневой каталог системного диска и ищет в нем файл *Config.sys*. Если этот файл найден, то DOS выполнит все содержащиеся в нем команды.

Если файла конфигурации нет, то параметрам команд, которые могут входить в него, присваиваются значения по умолчанию. Измененные команды конфигурации устанавливаются только на время текущего сеанса работы ПК до очередного ее перезапуска. Чаще всего модуль расширения BIOS выполняет функции логической замены драйверов, хранящихся в BIOS, и подключения новых драйверов. Модуль расширения BIOS отвечает еще за две функции:

- загружает модуль обработки прерываний DOS;
- загружает командный процессор и передает ему управление.

Итак, *EM BIOS* является расширением BIOS, учитывающим изменения основной конфигурации ПК и хранящим дополнительные драйверы внешних устройств.

Базовый блок DOS

Это центральный блок DOS, реализующий основные функции операционной системы — управление ресурсами ПК и выполняемыми программами.

Модуль обработки прерываний находится на системном диске. ВМ DOS содержит программы управления (и распределения) всеми ресурсами ПК на логическом уровне (более высоком по сравнению с уровнем управления BIOS); в частности, в ВМ DOS находятся программы обработки прерываний верхнего уровня, при работе с внешними устройствами использующие как подпрограммы драйверы BIOS.

Поскольку основу базового блока DOS составляют обработчики прерываний верхнего уровня, этот блок часто называют блоком или *модулем обработки прерываний*. Важными компонентами ВМ DOS являются программы управления файловой системой, блочного обмена данными с дисками, распределения основной памяти и программы обработки ошибок.

Командный процессор

Командный процессор (КП) осуществляет взаимодействие пользователя с ПК. Он является файлом DOS и имеет имя `Command.com`. Взаимодействие организуется при помощи команд. Команды бывают двух типов: внутренние и внешние. Внутренние команды входят в состав самого КП и после загрузки DOS находятся в оперативной памяти (резидентные команды). Внешним командам соответствуют файлы типа `.EXE` и `.COM`, входящие в состав MS DOS. Основные функции КП заключаются в следующем:

- прием и анализ команд, введенных с клавиатуры или из командного файла;
- выполнение внутренних команд DOS, содержащихся в файле `Command.com`;
- загрузка и выполнение внешних команд MS DOS; программ, расширяющих возможности DOS (утилит), и прикладных программ типа `.COM` и `.EXE`.

При необходимости запустить исполняемый файл `Command.com` находит этот файл, производит его загрузку, формирует служебную область с описанием запускаемой программы — префикс программного сегмента (PSP) — и запускает программный файл на выполнение.

Если запускаемый файл не найден, то на экран выводится сообщение `Bad command or file name` (неверная команда или имя файла). Интерпретатор команд и программы, выполняющие внутренние команды DOS, находятся в части `Command.com`, помещаемой по старшим адресам оперативной памяти. Эта полурезидентная часть может затираться прикладными программами. При необходимости использования интерпретатора команд резидентная часть `Command.com` проверяет, находится ли он в оперативной памяти. Если интерпретатор вытеснен другими программами, то выполняется соответствующая подзагрузка с текущего диска.

Появление в процессе работы сообщения `Insert DOS disk ...` (установите диск с DOS) означает, что на текущем диске нет файла `Command.com`, и его необходимо подгрузить.

С помощью файла `Command.com` можно осуществить частичную перезагрузку операционной системы (без повторного выполнения файлов `IBMBIO.com` и `MSDOS.com`). Для этого достаточно ввести команду `Command` – загрузится повторно только `Command.com`, и это позволит обновить версию интерпретатора команд и выполнить командный файл `Autoexec.bat`. Запуск внешней команды выполняется совершенно аналогично, поскольку командный процессор не делает различий между внешними командами, утилитами и прикладными программами (тем более, что формально все они реализованы совершенно одинаково).

Файл конфигурации

С помощью файла конфигурации можно расширять операционную систему и изменять установочные параметры, влияющие на работу некоторых устройств ПК, в частности, подключать драйверы, обеспечивающие возможность использования новых внешних устройств. Конфигурирование системы производится в целях:

- настройки операционной системы на конкретный набор аппаратных ресурсов;
- оптимизации и создания дружелюбного интерфейса пользователя;
- повышения эффективности функционирования DOS и ПК в целом.

Конфигурирование осуществляется во время загрузки системы по указаниям (директивам), заданным в файле `Config.sys`, при этом могут выполняться следующие функции:

- установка режимов работы операционной системы;
- подключение драйверов новых внешних устройств и дополнительной памяти;
- обеспечение возможности перемещения резидентных программ DOS в верхнюю память;
- установка параметров DOS с целью структуризации памяти (например, выделения полей памяти под буферы ввода-вывода и т. п.), настройки утилит, формирования и настройки окружения системы;
- загрузка резидентных программ;
- идентификация стандартных устройств ввода-вывода.

Файл `Config.SYS` содержит специальные команды, которые и позволяют в известных пределах изменять и формировать все (программные и аппаратные) ресурсы ПК.

Все команды можно разделить на две группы:

- команды, изменяющие параметры, уже известные DOS и заданные в ней по умолчанию;
- команды, идентифицирующие новое программное обеспечение, которое подключается к DOS (например, драйверы устройств).

Основные команды файла `Config.sys` и вопросы рационального построения этого файла рассмотрены в работах [5, 10, 13].

Файл автозагрузки процедур

При работе на ПК часто приходится выполнять одни и те же команды, обеспечивающие исполнение некоторых регулярных процедур. Операционная система позволяет объединить эти часто повторяющиеся команды в специальный файл, называемый командным (с расширением .BAT — поэтому его часто называют batch-файлом; batch означает пакетный). Все команды, включенные в командный файл, автоматически выполняются при запуске этого файла на исполнение в той последовательности, в какой они записаны. Одним из важнейших командных файлов является файл автозагрузки процедур Autoexec.bat, выполнением которого обычно завершается конфигурирование DOS. Он анализируется и сразу выполняется после загрузки DOS.

Файл Autoexec.bat содержит команды DOS, которые пользователю нужно регулярно выдавать после запуска системы, и тем самым освобождает пользователя от необходимости выполнения тривиальных операций.

По командам, включенным в файл Autoexec.bat, могут выполняться следующие процедуры:

- завершение формирования операционной обстановки и режимов работы DOS;
- установка альтернативных путей поиска исполняемых файлов и файлов с данными;
- назначение имен путей для часто используемых файлов;
- загрузка резидентных программ;
- запуск какой-либо программной оболочки, например, Norton Commander;
- установка рабочего каталога;
- переназначение стандартного устройства ввода-вывода;
- формирование вида приглашения DOS к вводу информации пользователем;
- установка текущих значений даты и времени.

Основные команды файла Autoexec.bat рассмотрены в работах [5, 10, 13].

Команды DOS

Команды DOS имеют следующий обобщенный формат:

```
Com_name [arg...][key...]  
Имя-команды [аргумент...][режим ...]
```

Элементы формата, показанные в квадратных скобках, являются необязательными, а сами квадратные скобки не являются элементом формата; многоточие означает, что содержимое квадратных скобок может быть многократно повторено. Обязательным элементом команды является ее имя. Аргументы и режимы используются не во всех командах и могут в некоторых из них либо опускаться совсем, либо определяться по умолчанию.

Аргументы обычно определяют те объекты, с которыми имеет дело данная команда: имена дисков, каталогов, файлов, внешних устройств.

Режимы задают способы функционирования команды и выбор ее возможностей: проверку правильности копирования файлов, способ вывода каталога на экран, способ форматирования диска и т. п. Режим может быть задан параметрами настройки, ключами, командной строкой и другими способами.

Каждый аргумент записывается непосредственно за символом «слэш» — «/». Если аргументы и/или режимы в команде предусмотрены, но не указаны, то КП подставляет заранее определенные в DOS значения, называемые значениями по умолчанию.

Пример: `COPY Prog.asm C:/V`.

Производится копирование файла `PROG.ASM` на диск `C:`. Аргументами команды являются имя копируемого файла и имя дисководов. Имя файла на диске `C:` по умолчанию считается тем же самым — `PROG.ASM`. Ключ режима `V` указывает, что осуществляется проверка правильности копирования.

Команды DOS бывают внутренними и внешними.

Внутренние команды (программы их выполнения) являются загружаемыми модулями командного процессора (КП). Они автоматически загружаются из транзитной части КП и в дальнейшем находятся в оперативной памяти.

Внешние команды (программы их выполнения) представляют собой отдельные файлы и могут находиться в любом каталоге, который указывается в спецификации команды (командного файла) или задается в пути поиска команды в файле `Autoexec.bat`.

Команды DOS вводятся или с клавиатуры, или из командного файла.

Операционные системы MS DOS имеют развитые подсистемы, предоставляющие в распоряжение пользователя необходимые сведения по всем командам и внешним драйверам. В состав этих подсистем входят:

- утилиты, обеспечивающие выдачу краткой информации по командам DOS, вводимым с ключом `/?` (команда, выполняемая с таким ключом, является командой помощи пользователю: при ее выполнении на экран выводится полный формат команды и ее краткое описание; например, по команде `COPY /?` выдается справочная информация о команде `COPY`);
- интерактивные справочники для получения пользователем подробной информации по командам и внешним драйверам — `Help.com`. Для того чтобы воспользоваться таким справочником, нужно ввести команду `HELP`.

Каждый справочник поддерживает полноэкранный пользовательский интерфейс и имеет:

- статьи помощи по пользованию самим справочником;
- информационные статьи;
- оглавление.

Информационные статьи по командам и внешним драйверам содержат:

- описание назначения команды (внешнего драйвера) и синтаксиса команды (синтаксиса подключения внешнего драйвера);

- комментарии и замечания, касающиеся использования команды (внешнего драйвера);
- примеры использования команды (подключения внешнего драйвера).

Работа со справочником осуществляется с помощью меню, в котором обычно есть пункт Help для оказания помощи по работе в среде самого справочника.

Операционные системы с текстовыми меню

Операционные системы с текстовыми меню обычно формируются на базе MS DOS и операционной оболочки, например Norton Commander, Volkov Commander, FAR Manager, Windows Commander, DOS Navigator и др.

Программа Norton Commander (NC) — одна из наиболее популярных программ-оболочек для работы с операционной системой MS DOS, она же широко используется в системах Windows во время сеанса работы с MS DOS. С помощью NC пользователи просматривают каталоги, копируют, переименовывают, удаляют файлы, запускают программы и т. д. Взаимодействие пользователя с DOS построено на основе ввода информации в командную строку: пользователь набирает на клавиатуре нужную команду и нажимает клавишу Enter, после чего DOS выполняет введенную команду. Такой способ не нагляден и недостаточно удобен — пользователь должен знать систему команд DOS и, главное, должен знать их правильное написание и структуру.

Norton Commander позволяет работать с компьютером на базе систем текстовых меню, как постоянно присутствующих на экране монитора, так и вызываемых, в том числе раскрывающихся, выпадающих. Достаточно выбрать на экране имя команды или файла, нажать клавишу Enter, функциональную клавишу или кнопку мыши, и нужная процедура будет выполнена. Вместе с Norton Commander поставляются программы для редактирования и просмотра текстовых файлов и других документов.

Интерфейс программы Norton Commander

Для загрузки программы Norton Commander следует после выхода в MS DOS и появления на экране приглашения к вводу набрать в командной строке имя файла — NC (из Windows запустить NC можно либо по часто имеющемуся для него ярлыку на рабочем столе, либо запуском программы nc.exe). После запуска Norton Commander в верхней части окна появляются две панели — прямоугольные окна, ограниченные двойной рамкой (см. рис. 10.4)

На каждой панели NC могут содержаться:

- оглавление каталога диска (наверху панели выводится имя диска, путь к каталогу и имя каталога), — на рис. 10.4 показано на правой панели;
- дерево каталогов на диске (заголовок панели — Tree);
- сводная информация об оперативной памяти, диске и каталоге, раскрытых на другой панели (заголовок панели — Info), на рис. 10.4 показано на левой панели.

Выбор вида выводимой на панель информации осуществляется в меню Right (для правой панели), Left (для левой панели), вызываемых из системы выпадающих меню функциональной клавишей F9.

Информация
об оперативной
памяти, диске
и каталоге, открытых
на правой панели

Заголовок
левой панели

Заголовок
правой панели

Оглавление
каталога,
открытого
на диске D:

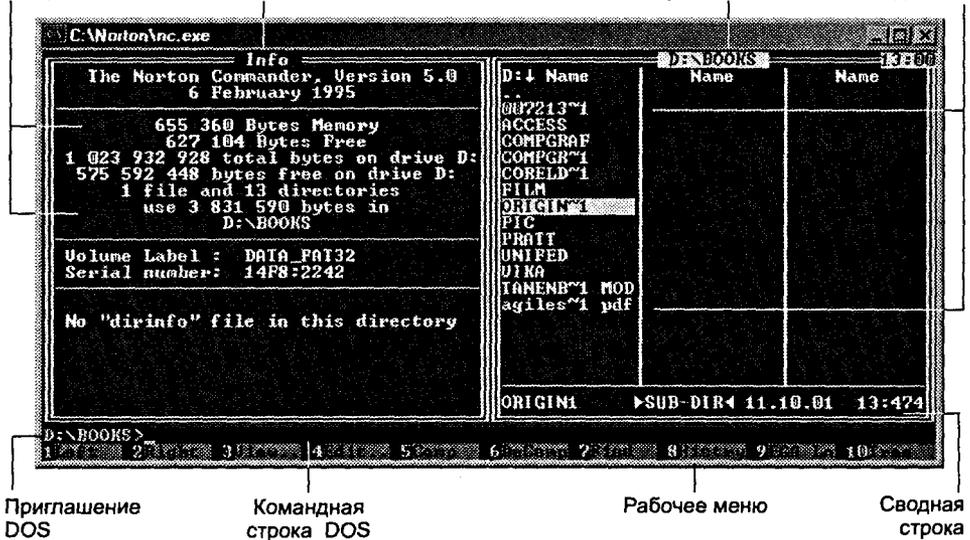


Рис. 10.4. Окно операционной оболочки Norton Commander

Рабочее клавишное меню NC

В нижних строках экрана располагается приглашение DOS, командная строка и полоса рабочего клавишного меню, определяющая назначения управляющих клавиш F1–F10:

- F1 Помощь (Help) — вызов справочной информации; следует иметь в виду, что для подавляющего большинства программных продуктов клавиша F1 имеет это же назначение;
- F2 Вызов (Menu) — вызов меню пользователя, на экран выводится список команд, определенных самим пользователем для быстрого доступа к ним;
- F3 Чтение (View) — просмотр отмеченного курсором (светлой полосой) файла;
- F4 Правка (Edit) — редактирование отмеченного курсором файла;
- F5 Копия (Copy) — копирование отмеченного курсором каталога или файлов (копирование по умолчанию происходит в каталог, открытый на другой панели);
- F6 Имя (RenMov) — переименование или перемещение выбранного курсором каталога или файлов (перемещение по умолчанию производится в каталог, открытый на соседней панели);
- F7 Новый (MkDir) — создание нового каталога;
- F8 Удаление (Delete) — удаление выбранного курсором файла (каталога);

- F9 Меню (PullDn) — вызов системы выпадающих меню, в верхней строке экрана появляется оглавление системы выпадающих меню: Левая панель (Left), Файлы (Files), Команды (Commands), Настройки (Options), Правая панель (Right); эти меню используются для настройки системы, режимов ее работы и режимов вывода информации на панели;
- F10 Выход (Quit) — выход из программы NC.

Оглавление каталогов панели

Имена файлов в оглавлении каталогов выводятся строчными (маленькими) буквами и, как правило, справа дополняются расширениями имени; имена подкаталогов выводятся прописными (большими) буквами. Справа от имени подкаталога выводится обозначение <SUB-DIR>. Самую верхнюю строчку в оглавлении занимает ссылка на родительский каталог (<UP-DIR> — надкаталог) в виде двух точек «..», имя этого надкаталога стоит последним справа в заголовке панели.

Для выбора диска, каталог которого требуется изобразить на панели, следует нажать клавиши Alt+F1 для левой панели или клавиши Alt+F2 для правой панели. На соответствующей панели появится окно с предложением выбрать букву — имя диска. Выбор нужного диска в этом диалоговом окне можно сделать клавишами управления курсора с последующим нажатием клавиши Enter, или просто нажав клавишу с буквой, соответствующей имени диска. Имя выбранного диска будет помечено изменением подсветки.

Существуют две формы вывода информации о файлах: полная и краткая. В режиме полной формы справа выводится размер файла в байтах, дата и время создания или последней модификации файла. В случае краткой формы отображается только имя файла.

Предусмотрены следующие возможности сортировки выводимых на панель имен файлов, реализуемые в меню Левая панель и Правая панель системы выпадающих меню:

- в алфавитном порядке имен;
- в алфавитном порядке расширений;
- в порядке убывания даты и времени создания файла;
- в порядке убывания размера файлов.

Выполнение некоторых операций над файлами и каталогами

Файл или каталог, отображаемый инверсным цветом (выделенный курсором), называется активным или выделенным. Клавишами перемещения курсора можно перемещать выделенную строку по панели экрана. Можно выделить сразу несколько файлов — наиболее просто это выполняется путем нажатия клавиши Ins, когда курсор находится на именах этих файлов.

Для перемещения курсора на другую панель следует нажать клавишу Tab. Для вывода содержимого подкаталога следует установить курсор на его имя и нажать клавишу Enter. Для выполнения какой-либо операции над файлом или катало-

гом требуется установить курсор на его имя и нажать одну из функциональных клавиш или клавишу Enter.

Если выделен какой-либо файл или каталог, то при нажатии клавиши Enter производятся следующие действия:

- если курсор установлен на «..», выполняется перемещение в надкаталог;
- если курсор на имени подкаталога, выполняется перемещение в этот подкаталог;
- если курсор на имени исполняемого файла (файл имеет тип расширения EXE, COM или BAT), этот файл запускается на выполнение;
- если курсор на имени текстового файла, то при наличии соответствующей настройки файл вызывается на экран для его редактирования.

Текстовый редактор NC

В операционной оболочке есть встроенный текстовый редактор, весьма удобный для составления и редактирования не очень сложных документов (без картинок, диаграмм и т. п.).

Основные процедуры, выполняемые при работе с редактором:

- вызов редактора для работы с выделенным текстовым файлом осуществляется нажатием клавиши F4;
- создание и редактирование нового файла осуществляется нажатием клавиш Shift+F4;
- для сохранения отредактированного файла нужно нажать клавишу F2;
- для выхода из редактора следует нажать клавишу F10;
- для выделения блока в тексте следует нажать клавишу F3;
- отмена выделения блока осуществляется нажатием клавиш Shift+F3;
- копирование выделенного блока на место, указанное текущим положением курсора, происходит при нажатии клавиши F5;
- перемещение выделенного блока на место, указанное текущим положением курсора, осуществляется с помощью клавиши F6;
- для удаления выделенного блока следует нажать клавишу F8;
- для записи выделенного блока в конец указываемого файла следует нажать клавиши Alt+F10;
- вставка текста из другого файла на место, указанное текущим положением курсора, происходит при нажатии клавиш Alt+F5;
- поиск текста по образцу вперед (к концу файла) от курсора производится при нажатии клавиши F7;
- поиск и замена текста по образцам вперед от курсора производится при нажатии клавиши F4;
- для удаления текущей строки следует нажать клавиши Ctrl+Y;
- для вставки пустой строки (курсор в конце строки) предназначена клавиша Enter;

- передвижение курсора внутри текста осуществляется клавишами управления курсором;
- передвижение курсора вне текста осуществляется клавишами Enter и Space (соответственно, с добавлением новых строк и пробелов).

Дополнительные пояснения по работе с редактором можно получить, нажав клавишу F1. Информация о назначении функциональных клавиш показывается в рабочем меню, имеющемся внизу окна текстового редактора; информацию о переназначении функциональных клавиш при совместном их нажатии с клавишами Alt и Shift можно получить в том же рабочем меню, но при нажатии и удержании клавиш Alt и Shift, соответственно. Выход из операционной оболочки происходит по команде меню, выполняемой нажатием клавиши F10.

Операционные системы с графическим интерфейсом

В качестве такой системы рассмотрим самую распространенную в наши дни операционную систему *Windows*.

Windows — это популярная, хорошо защищенная многозадачная операционная система персонального компьютера с графическим пользовательским интерфейсом. Операционная система обеспечивает эффективную работу в системах мультимедиа и в информационно-вычислительных сетях (в том числе и в Интернете), электронную почтовую связь.

При работе в *Windows* можно использовать длинные, достаточно информативные имена файлов, в которых допускаются даже пробелы; перемещать любые объекты в любое место экрана и в любом месте экрана, вызывать контекстное меню или получать контекстную справку.

Фирмой Microsoft в 2001 г. выпущена версия *Windows XP*; анонсированы последующие версии *Windows*, базирующиеся на версии 5.2 ядра *Windows NT*. **Windows XP** выпускается в трех модификациях: Home Edition, Professional Edition и VLIW Edition.

- **Home Edition** предназначена для пользователей, не являющихся специалистами по информационным технологиям, не нуждающихся в подключении ПК к корпоративным сетям, не желающих разбираться в сложных настройках системы и функциях защиты информации. Она рассчитана на однопроцессорные, однодисплейные компьютеры.
- **Professional Edition** — расширенный вариант: дополнительно содержит сетевые компоненты и компоненты системы защиты информации, необходимые при работе в корпоративной сети. Модификация поддерживает высокопроизводительные компьютеры, в том числе и двухпроцессорные.
- **VLIW Edition** ориентирована на компьютеры, использующие 64-разрядные микропроцессоры типа VLIW (IA64).

Для нормальной работы *Windows XP* требуется компьютер с Pentium-совместимым процессором с тактовой частотой не ниже 500 МГц, 256 Мбайт RAM; на жестком диске *Windows XP* занимает около 1,5 Гбайт. Все устройства ПК, поддерживающие технологию Plug and Play, определяются и устанавливаются

системой автоматически. ОС Windows XP сложнее прочих и требует существенно больше ресурсов, но работает надежнее и стабильнее, нежели ее версии 2000 и ME: гораздо реже дает сбой, практически не зависает и очень редко выводит на экран непонятные не очень квалифицированному пользователю сообщения об ошибках.

В составе Windows XP имеется мастер, который быстро может настроить локальную вычислительную сеть на всех компьютерах, работающих под управлением Windows. Функция «Подключение к Интернету» позволяет легко подключить к этой сети все компьютеры фирмы через один оснащенный модемом ПК без применения дополнительного программного обеспечения. При этом брандмауэр подключения к Интернету (Internet Connection Firewall, ICF) защитит локальную сеть от несанкционированного доступа. Имеющаяся в ОС функция «Режим совместимости» позволяет решить проблему совместимости с программами, созданными для более ранних версий Windows. Однако следует сказать, что платформа NT не «дружит» с DOS, и поэтому Windows NT и последующие версии ОС, на ней базирующиеся (Windows 2000, XP и др.), не поддерживают в интерфейсе сеансы работы в MS DOS. Запуск команд DOS и DOS-приложений приходится выполнять командой меню Пуск ▶ Выполнить.

Windows XP предоставляет много новых специфических функций для периферийных устройств, например: голосовой ввод через микрофон данных и команд (распознаются в приложениях Word, Excel и др.), оборудование для интернет-телефонии и видеоконференцсвязи, устройства фото- и видеосъемки и др. Интерфейс системы, в целом, остался тем же, что и у прежних версий, но местами стал более выразительным, красочным. Но есть незначительные изменения, иногда даже замедляющие работу с системой, например элементы панели управления по умолчанию сгруппированы по категориям, что создает лишний уровень иерархии доступа к ним.

Графический интерфейс Windows

Графический интерфейс пользователя (ГИП) — система удобного общения пользователя с ПК, в основе которой лежит представление на экране монитора различных объектов (файлов, документов, программ, данных, оборудования), часто сопровождаемое короткими пояснительными надписями, воздействуя на которые пользователь может управлять работой компьютера.

В графических операционных системах и оболочках существует стандарт на графический интерфейс пользователя, который включает в себя следующие составляющие:

- ❑ системы меню, использующие для выбора нужной позиции указатели мыши и клавиатуру;
- ❑ систему окон для работы с программными и текстовыми файлами и их фрагментами;
- ❑ панели инструментов с кнопками-пиктограммами режимов и команд обработки;

- комбинации клавиш («горячих клавиш») для быстрого ввода с клавиатуры требуемых команд;
- шаблоны форм документов и экранных форм;
- системы контекстно-зависимой помощи, построенные на базе ключевых слов и понятий.

В Windows, наряду с системой окон, введены еще два новых элемента интерфейса: папки и ярлыки.

Для работы в системе удобно использовать манипулятор мышь или трекбол, хотя можно работать и с клавиатуры.

Рабочий стол — это экран дисплея, на котором размещаются все необходимые объекты Windows: окна, папки, ярлыки, как на обычном письменном столе.

Окно представляет собой ограниченную прямоугольной рамкой область рабочего стола, в которой можно поместить любой объект (текст, рисунок, другое окно) и выполнять действия над ними (написание текста, рисование, ввод указаний и команд и т. д.).

Папка — это логическая емкость, в которой можно хранить любые объекты — документы, файлы, другие папки, ярлыки и т. п. Папка — развитие понятия каталога DOS.

Ярлык — это графическое обозначение объекта (документа, программы, устройства) или команды, обеспечивающее быстрый доступ к объекту или выполнение команды ОС.

Окна Windows

Окна бывают нескольких типов:

- **прикладные окна** или **окна программ**, используемые для запуска последних;
- **групповые окна** или **окна документов**, предназначенные для непосредственной работы с документами;
- **диалоговые окна** — окна для организации диалога пользователя с программой, выбора или задания значения параметров исполняемых процедур;
- **окна сообщений** программ или операционной системы, адресованных пользователю.

Для прикладных и групповых окон существуют три стандартных формы их представления:

- **полноэкранное**, когда окно занимает весь экран;
- **нормальное** — в этом случае окно занимает только часть экрана, его размер, форма и местоположение могут изменяться пользователем;
- **свернутое**, если окно представлено в виде небольшого значка (*ярлыка*), *местоположение которого также может выбираться пользователем.*

Нормальное окно папки Панель управления показано на рис. 10.5, правее показан ярлык свернутого окна.



Панель управления

Рис. 10.5. Виды окна Панель управления

Для изменения формы и закрытия окна в верхнем правом углу полноэкрannого и нормального окон имеются три кнопки. Вид кнопок полноэкрannого окна отличается от вида нормального окна только изображением значка средней кнопки. Назначение кнопок (см. рис. 10.2) в последовательности их расположения:

- свернуть — для сворачивания нормального окна;
- восстановить/развернуть — для восстановления нормального окна из полноэкрannого или разворачивания;
- закрыть — для закрытия окна (завершения обработки).

Положение и размер нормального окна можно изменить перетаскиваем мышью заголовок окна и любой его границы или угла. Если окно мало для отображения всей информации, содержащейся в нем, в нижнюю и/или правую часть окна автоматически добавляется полоса прокрутки. Двигая ползунок этой полосы или активизируя имеющиеся на полосе прокрутки кнопки со стрелочками, можно последовательно просматривать всю имеющуюся в окне информацию.

Часто оказывается удобно работать сразу с несколькими документами или программами. Для этой цели предназначен *многоокопный* режим, когда на рабочем столе открываются сразу несколько окон — отдельное окно отводится для каждой программы или документа. Перемещать объекты между окнами можно, непосредственно перетаскивая их мышкой, копирование объектов также выполняется простым перетаскиванием их мышкой, но при нажатой клавише Ctrl.

Расположить несколько окон на рабочем столе в удобном варианте нетрудно, перетаскивая их за заголовки; стандартным образом их расположить (*упорядочить*) можно и используя контекстное меню, которое вызывается щелчком правой кнопки мыши (предварительно надо установить ее указатель на свободном участке рабочего стола): пункт меню Каскадом позволяет расположить окна со взаимным

перекрытием так, что будут видны заголовки всех открытых окон, пункт меню Слева направо используется для размещения окон вплотную без перекрытия.

Важная разновидность окна — окно *диалоговое*. Это окно автоматически появляется при выполнении некоторых команд и предлагает пользователю задать или выбрать дополнительные параметры и варианты выполнения команды.

Диалоговое окно настройки экрана дисплея показано на рис. 10.6.

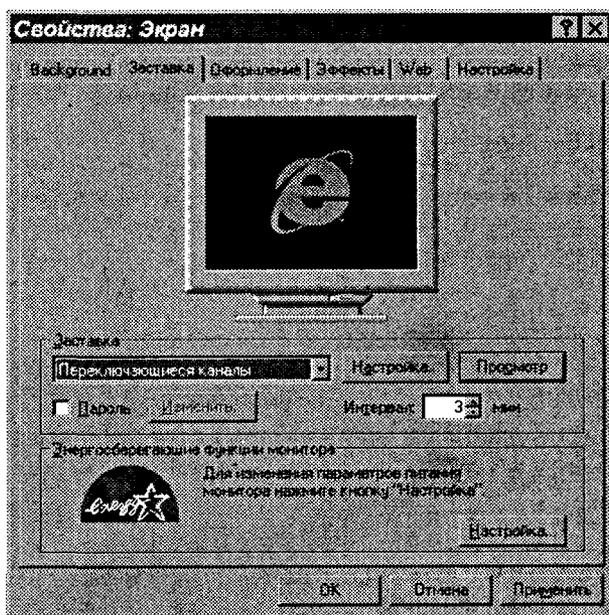


Рис. 10.6. Диалоговое окно настройки экрана дисплея

Некоторые элементы диалогового окна:

- *вкладки* — расположены под строкой заголовка окна. Щелчок мышью по названию одной из вкладок выводит ее на передний план, на экране появляется страница диалогового окна;
- *разделы* — страницы окна, связанные одной тематикой, в отличие от вкладок постоянно находятся на экране (на рис. 10.6 они отсутствуют);
- *окно списка* — содержит перечень элементов, из которых нужно выбрать один, щелкнув мышью на его названии;
- *раскрывающееся окно списка* — оно более компактно и раскрывается только после щелчка на кнопке с подчеркнутой стрелочкой, расположенной обычно с правой стороны поля;
- *кнопки-переключатели* (кнопки выбора) — используются для выбора одного из нескольких возможных параметров. Точка внутри круга соответствует выбранному параметру; другая кнопка, при щелчке на которой внутри круга появляется не точка, а галочка, используется для выбора одновременно нескольких параметров, такую кнопку выбора называют *флажком* (на рисунке отсутствует);

- ❑ *командные кнопки* — небольшие прямоугольники с названием команды; щелчок мышью по такой кнопке приводит к выполнению указанной команды;
 - кнопка ОК — фиксирует все произведенные в диалоговом окне изменения;
 - кнопка Отмена — закрывает окно без подтверждения изменений;
- ❑ кнопка *Закреть* — используется для закрытия диалогового окна;
- ❑ кнопка *Справка* — позволяет получить справочные сведения об элементе окна: для получения справки следует сначала щелкнуть на этой кнопке, а затем — на интересующем элементе окна;
- ❑ *поле ввода* (текстовое поле) — прямоугольное поле, куда можно с клавиатуры ввести определенную текстовую информацию (на рисунке отсутствует).

Рабочий стол Windows

Кадр, появляющийся на экране монитора компьютера после загрузки Windows, называется рабочим столом. Набор объектов, размещенных на рабочем столе, зависит от настройки компьютера — один из возможных вариантов рабочего стола показан на рис. 10.7.

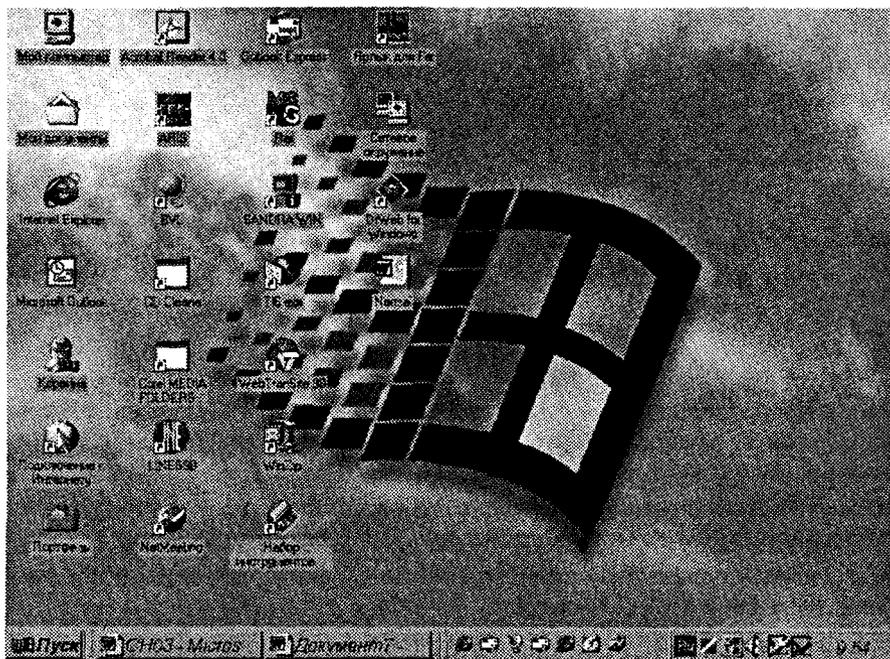


Рис. 10.7. Рабочий стол Windows

На рабочем столе размещаются свернутые (значки) и нормальные окна, обеспечивающие быстрый доступ к различным интересующим пользователя папкам, программам, документам, сетевым устройствам. Внизу экрана по умолчанию располагается строка Панель задач, содержащая кнопку Пуск и значки открытых объектов (в том числе и открытых, но свернутых в значок окон).

Кнопка Пуск используется для вывода на экран Главного меню, которое позволяет выполнить различные операции: запустить программу, открыть документ, получить справку, осуществить поиск нужного объекта, вызвать панель управления для настройки компьютера и т. п.

Возможный вариант Главного меню представлен на рис. 10.8. Стрелочки, имеющиеся справа от некоторых позиций меню, означают наличие для этих пунктов меню дополнительных подменю. Такое меню часто называют каскадным.

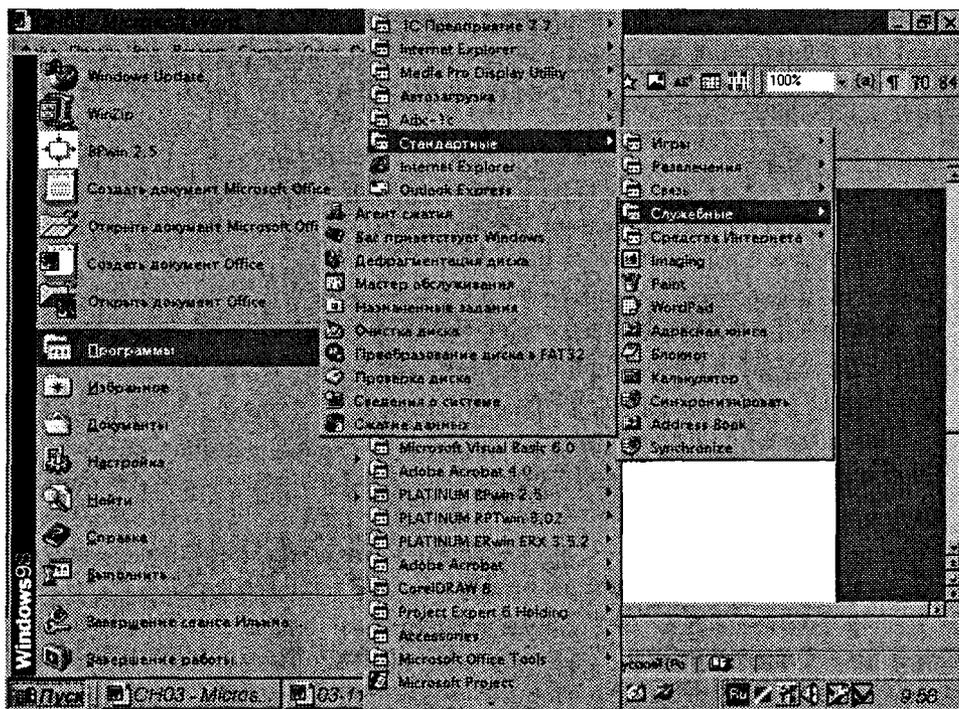


Рис. 10.8. Вариант главного меню Windows

Главное меню можно видоизменять по желанию пользователя путем соответствующей настройки. Начинать работу с Windows можно с вызова именно этого меню, о чем, кстати, напоминает и всплывающая стрелка с подсказкой: Начните работу с нажатия этой кнопки (Click here to begin).

Кратко поясним некоторые позиции главного меню в классическом представлении.

Стандартные позиции меню:

- ❑ Программы — выводит список программ, включенных в этот пункт меню, и позволяет запускать любую из них щелчком кнопки мыши;
- ❑ Документы — выводит список последних 15 документов, с которыми работал пользователь, и позволяет открыть любой из них щелчком кнопки мыши (перечень документов не зависит от приложения, в котором они созданы);

- **Настройка** — выводит список компонентов системы, которые можно настраивать пользователю. Так:
 - Панель управления позволяет изменить аппаратную и программную конфигурацию системы, режим работы и вид экранов;
 - Панель задач дает возможность добавлять новые и удалять ненужные программы из главного меню;
 - Принтеры — позволяет подключать принтер, модем или факс и получить сведения о печатаемых документах и очередности печати.
- **Найти** — выводит список папок, команд и почтовых сообщений; дополнительные меню позволяют найти и открыть нужный объект (в Windows XP возможности команды значительно расширены с помощью *Помощника по поиску*);
- **Справка** — обращение в справочную систему Windows;
- **Выполнить** — обеспечивает возможность запуска любой программы или открытия любой папки, имеющейся во внешней памяти компьютера (или даже в сети), а также выполнение команд MS DOS;
- **Завершение работы** — используется для выхода из Windows, для перезагрузки компьютера и для работы в среде MS DOS (в версиях Windows 9x).

Позиции меню, добавляемые при установке программ или вручную:

- **Открыть документ Microsoft Office** — позволяет открыть документ, с которым работал пользователь;
- **Создать документ Microsoft Office** — позволяет создать новый документ

и так далее.

Большинство позиций меню содержат многоуровневые подменю, позволяющие достаточно подробно выбрать и реализовать искомую процедуру.

На **Панели задач** (см. рис. 10.7) кроме кнопки **Пуск** находятся системные часы, индикатор текущей раскладки клавиатуры (например, Ru означает, что текст будет печататься на русском языке, En — на английском), а также значки и ярлыки открытых в данный момент папок и программ.

Для перехода из одного открытого окна в другое достаточно щелкнуть на соответствующем значке (независимо от того, видно ли нужное окно на рабочем столе), для запуска нужной программы или просмотра документа — щелкнуть на их значках. Двойной щелчок на индикаторе времени вызывает диалоговое окно с большими часами, календарем и меню, позволяющим изменить дату и время на системных часах.

При большом количестве открытых объектов размер значков на панели уменьшается. Избежать такого уменьшения можно за счет увеличения ширины **Панели задач** путем перемещения ее верхней границы. В Windows XP специально для этого предусмотрена возможность группировки ярлыков в **Панели задач** по категориям. **Панель задач** можно поместить и вдоль других границ (краев) рабочего стола, — для этого следует, нажав клавишу мыши на свободном участке поверхности **Панели задач**, переместить курсор в нужное место.

Из представленных на рабочем столе папок остановимся на папках Мой компьютер и Корзина.

Мой компьютер позволяет посмотреть содержимое всех дисков компьютера и характеристики некоторых его устройств. В частности, при двойном щелчке на этом ярлыке открывается окно с иерархическим меню, содержащим перечень объектов (меню может иметь и другой вид, как показано на рис. 10.9).

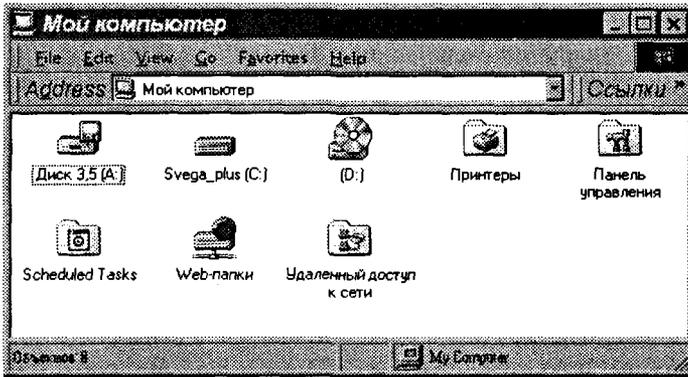


Рис. 10.9. Окно Мой компьютер

При выборе пункта меню выводятся подменю, детализирующие файловую структуру дисков и обеспечивающие поиск файлов, их просмотр и запуск.

Корзина используется для временного хранения удаленных файлов. Она позволяет восстановить ошибочно удаленные файлы (файлы теряются только после того, как пользователь очистит корзину).

Технология работы в Windows

Начало работы

После включения компьютера и запуска операционной системы Windows на экране компьютера, как уже указывалось, появится рабочий стол системы (см. рис.10.7). Начинать работу в системе следует с нажатия кнопки Пуск на панели задач, что приведет к появлению на экране главного меню системы (на рис.10.8 показано главное меню системы в классическом представлении с подменю, открывающимся после выбора пункта Программы).

Основные способы работы с приложениями

Первые действия, выполняемые пользователем при любом общении с компьютером, обычно состоят в запуске на исполнение какого-либо приложения или в открытии документа, хранящегося в памяти машины, для дальнейшей работы с ним.

Приложение — это программа, подлежащая выполнению на компьютере.

Документ — это данные, хранимые в виде файла, обрабатываемые в приложении.

Открытие документа практически означает *запуск программы*, в которой создавался документ (или способной понимать формат файлов), и вывод на экран его

содержимого. То есть первая часть процедуры открытия документа полностью совпадает с процедурой запуска программы (приложения), а действия пользователя при запуске программы и открытии документа различаются по существу лишь в выборе типа объекта — файла программы или файла данных.

Запуск приложения может выполняться многими способами, но все они сводятся к трем разным технологиям:

- с помощью **командной строки** (пункт главного меню Выполнить), ввод полной спецификации нужного программного файла — указание полного пути (имени диска и последовательных папок (каталогов) на пути к файлу, разделенных символом «обратного слэша» — «\») и имени запускаемой программы. Ввод может осуществляться с клавиатуры, если спецификация файла не очень длинная и пользователь ее точно знает, или из другого меню (окна приложения), если ручной ввод с клавиатуры затруднителен (такое меню может быть вызвано, например, из окна, открываемого командой Выполнить, нажатием кнопки Обзор);
- с помощью команд **меню** и подменю;
- путем двойного щелчка на **значке** или **ярлыке** нужного **файла**.

Рассмотрим кратко некоторые наиболее часто используемые варианты запуска программ и открытия документов.

Открытие документа

Документ можно открыть также многими способами.

1. Открытие документа выбором пункта главного меню Документы. После выбора пункта Документы на экране появится диалоговое окно со списком документов, с которыми вы работали в последнее время (на рис. 10.10 показано главное меню и возможное подменю для его пункта Документы). Для открытия документа следует щелкнуть на его имени в списке.
2. Открытие документа из прикладной программы, в которой он подготавливался. Сначала следует запустить программу (например, Word, Excel и т. д.), в которой создавался (будет создаваться или корректироваться) документ. В главном меню этой программы нужно выбрать пункт **Файл**, а в появившемся выпадающем подменю — пункт **Открыть**¹. В открывшемся диалоговом окне следует выбрать диск, нужную папку или иерархическую последовательность папок (каталогов) и, наконец, сам документ.
3. Открытие документа через папку **Мой компьютер**. Эта папка позволяет просмотреть оглавление всех дисков компьютера, выбрать файл нужного документа и открыть его. Чтобы открыть документ, следует:
 - на рабочем столе выбрать ярлык **Мой компьютер** и дважды щелкнуть на нем;

¹ Возможны варианты: если создается новый документ, то следует выбрать пункт Создать; если в выпадающем подменю внизу имеется имя нужного документа (с этим документом вы недавно работали), то достаточно щелкнуть на этом имени.

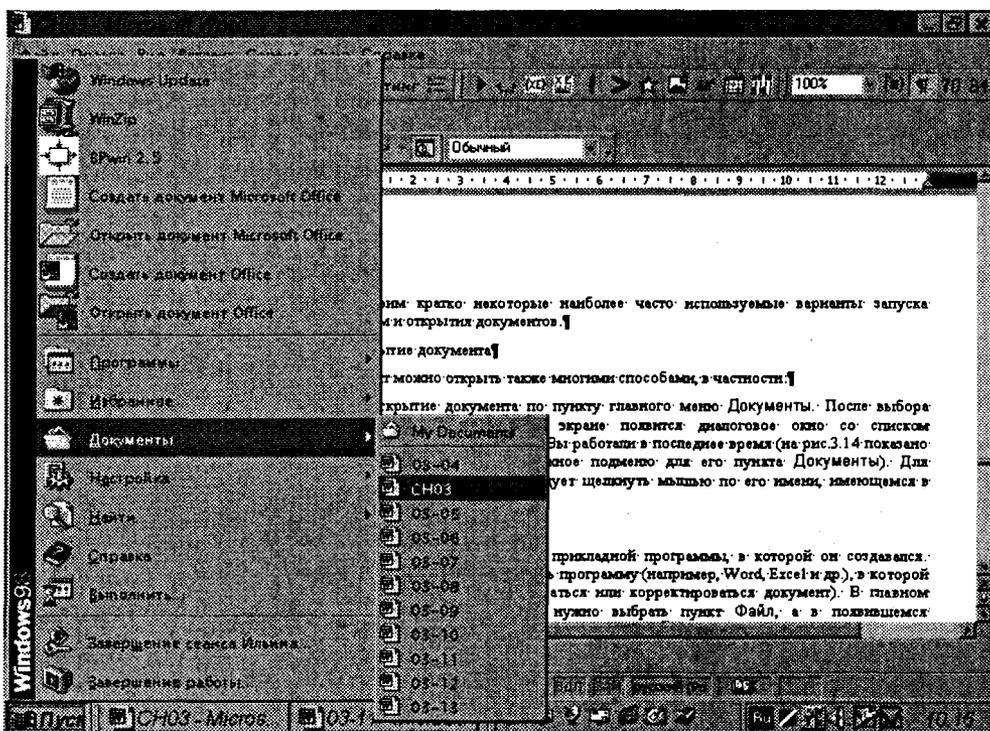


Рис. 10.10. Окно Документы

- в появившемся окне выбрать нужный диск (пункты Панель управления и Принтеры позволяют выполнить соответственно настройку системы и принтеров);
 - на выбранном диске следует последовательно открывать нужные папки на пути к искомому документу;
 - после появления в очередном окне ярлыка искомого документа можно его открыть двойным щелчком на этом значке.
4. Открытие документа через программу Проводник. Просмотр и поиск нужного файла становится еще более удобным при использовании этой программы¹, запускаемой из пункта Программы главного меню или из контекстного меню — щелчком правой кнопки мыши на ярлыке Мой компьютер.

Проводник (рис. 10.11) в левой части своего окна в виде дерева отображает папки, а в правой части окна — содержимое выбранной слева папки. Это позволяет быстро найти нужный документ. Открыть документ можно двойным щелчком на его имени.

¹ Программа Проводник предназначена для управления файловой системой; она отображает содержимое папок, позволяет открывать, копировать, перемещать, удалять, переименовывать папки и файлы, запускать программы.

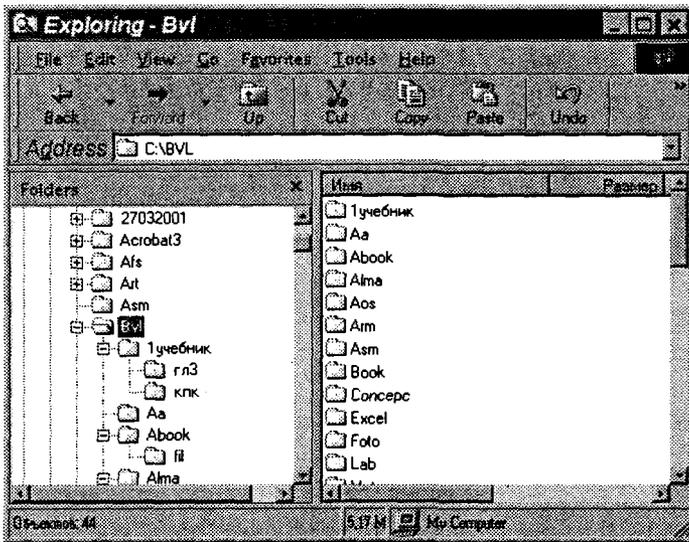


Рис. 10.11. Окно программы Проводник

Запуск программы или открытие документа по ярлыку

Ярлыки — это значки программ или документов, создаваемые и используемые для их быстрого запуска. Ярлык может быть создан несколькими способами, в том числе следующим образом:

- найти нужный файл, используя, например, программу Проводник;
- при нажатой правой кнопке мыши перетащить файл на Рабочий стол;
- в появившемся контекстном меню (рис. 10.12) выбрать пункт Создать ярлык.

Ярлык сохраняется и для всех последующих сеансов работы с Windows. Удалить или модифицировать ярлык файла можно, вызвав контекстное меню щелчком правой кнопки мыши на этом ярлыке. Запустить программу или открыть документ, используя имеющийся ярлык, можно двойным щелчком на его значке.

Получение справочной информации в Windows

Windows имеет удобную многоуровневую справочную систему (Help), позволяющую пользователю получить дополнительную разъяснительную информацию по работе с системой в целом, а также об отдельных ее элементах, приложениях, командах.

Окно справки содержит строку заголовка и три вкладки:

- Содержание;
- Указатель;
- Поиск.

Основные сведения находятся в разделе Содержание. На рисунке 10.13 показано окно с раскрытой вкладкой Содержание, а внутри нее раскрыт раздел Введение в Windows.

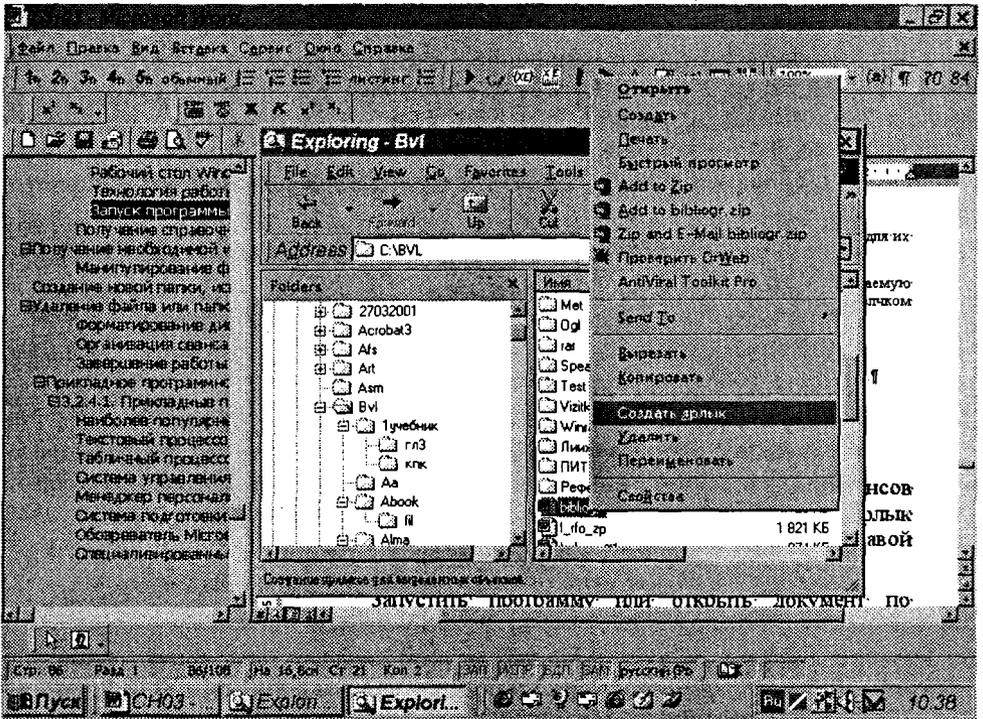


Рис. 10.12. Контекстное меню Рабочего стола

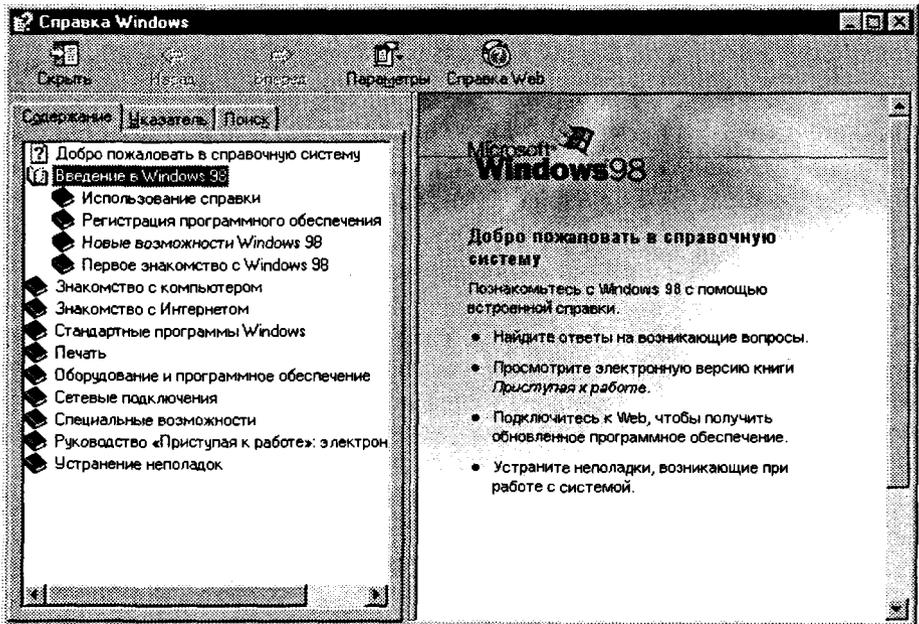


Рис. 10.13. Окно Справка Windows

Содержание справочной системы составлено как оглавление книги. Указав тему или главу, вы увидите перечень входящих в нее подразделов и уточните свой выбор. Информацию по специальному вопросу удобнее получить через вкладки Указатель и Поиск. Вкладка Указатель содержит сотни терминов и понятий, которые могут быть пояснены системой; вкладка Поиск позволяет найти справочную информацию по словам и сочетаниям символов, содержащихся в тексте справочной системы.

Рассмотрим получение необходимой справочной информации на вкладке Содержание.

- Выберите вкладку Содержание. В окне появится список разделов, упорядоченный тематически, и указания, которых следует придерживаться, о последовательности работы с разделами.
- Чтобы войти в какой-либо раздел или подраздел или получить информацию по выбранному вопросу, нужно дважды щелкнуть на соответствующем пункте оглавления. Некоторые разделы содержат выделенные слова или фрагменты текста. Для получения пояснений по выделенному фрагменту следует щелкнуть на нем кнопкой мыши.
- Чтобы вернуться к списку разделов, щелкните на кнопке Разделы.

Перейдем к получению необходимой информации в режиме Указатель.

- Выберите вкладку Указатель. На экране появится список ключевых слов, упорядоченных по алфавиту, и указания о последовательности работы, которых следует придерживаться. Можно либо просмотреть весь список и выбрать нужное слово, либо набрать это слово в поле ввода. Ввод слова или даже первых нескольких его букв обусловит появление на экране разделов, названия которых начинаются с данного слова. Если искомое слово не будет найдено, попытайтесь подобрать к нему синонимы и поочередно ввести их.
- Чтобы вернуться к списку разделов, щелкните на кнопке Разделы.

И наконец, можно получить необходимую информацию посредством Поиска.

- Выберите вкладку Поиск и введите искомое слово. На экране появится список всех разделов справочной системы, содержащих указанное слово, и рекомендации о последовательности работы, которых следует придерживаться.
- Чтобы вернуться к списку разделов, щелкните на кнопке Разделы.

Для получения необходимой информации об элементах и инструментах, имеющих в диалоговых окнах и на экране дисплея, нужно щелкнуть на кнопке со знаком ? в верхнем правом углу диалогового окна или на панели инструментов, а затем перевести указатель мыши, принимающий вид знака вопроса, на интересующий вас элемент окна или экрана и щелкнуть на нем — на экране появится окно со справочной информацией о данном элементе.

Этот режим не связан непосредственно с окном справки, рассмотренным выше, а может быть реализован в любой момент работы с Windows без выхода в главное меню. Возможный для некоторых элементов альтернативный вариант: вызвать контекстное меню, щелкнув правой кнопкой мыши на интересующем вас элементе экрана, и в появившемся меню выбрать пункт Что это такое? На экране всплывет окошко с пояснением. Чтобы убрать его, щелкните на пустом месте экрана.

Манипулирование файлами и папками

Все процедуры манипулирования файлами и папками могут быть выполнены несколькими способами. Здесь мы рассмотрим лишь некоторые из них.

Создание новой папки с использованием папки Мой компьютер:

- откройте папку Мой компьютер двойным щелчком на ее значке;
- выберите диск и папку, в которую хотите вложить новую папку, и откройте ее двойным щелчком кнопки мыши;
- в меню Файл выберите пункт Создать, а в появившемся подменю — пункт Папка;
- введите имя новой папки и нажмите клавишу Enter.

Копирование и перемещение файла или папки:

- используя папку Мой компьютер:
 - откройте папку Мой компьютер двойным щелчком на ее ярлыке;
 - выберите объект (файл или папку), который хотите скопировать (переместить), и активизируйте его щелчком кнопки мыши;
 - в меню Правка для копирования следует выбрать пункт Копировать, а для перемещения — пункт Вырезать;
 - откройте папку, в которую хотите поместить объект, и в меню Правка выполните команду Вставить;
- используя контекстное меню:
 - в папке Мой компьютер или используя программы Проводник либо Диспетчер файлов найдите объект, который хотите скопировать (переместить), и щелкните на нем правой кнопкой мыши;
 - в появившемся контекстном меню выберите пункт Копировать (Вырезать);
 - откройте папку, в которую хотите поместить объект, и щелкните правой кнопкой мыши в свободной области ее окна;
 - в появившемся контекстном меню выберите пункт Вставить.

Можно скопировать или переместить объекты также перетаскиванием их мышью из одного открытого окна в другое.

Удаление файла или папки:

- в папке Мой компьютер найдите объект, который хотите удалить, и щелкните на нем кнопкой мыши;
- в меню Файл выберите пункт Удалить.

Удаление файла или папки можно выполнить, найдя объект с помощью программ Проводник или Диспетчер файлов, но выбрать объект в этом случае следует щелчком правой кнопки мыши. В контекстном меню выберите пункт Удалить.

Следует иметь в виду, что удаленные файлы помещаются в Корзину — фактического удаления файлов не происходит до тех пор, пока корзина не будет очищена. Это позволяет легко восстановить ошибочно удаленные файлы. Поскольку в корзине постоянно будут накапливаться удаленные файлы, ее следует во избежание переполнения жесткого диска периодически очищать (или установить подходящий для вас максимальный размер средствами настройки системы).

Форматирование дисков

Рассмотрим один из возможных вариантов.

- В папке Мой компьютер щелкните правой кнопкой мыши на ярлыке диска, который хотите отформатировать;
- в контекстном меню выберите пункт **Форматировать**;
- в появившемся окне **Форматирование** (рис. 10.14) укажите емкость, на которую желаете отформатировать диск, и способ форматирования:
 - быстрое — просто стирается все, что находится на ранее отформатированном диске;
 - полное — реальное форматирование диска с проверкой на наличие сбойных секторов;
 - только перенос системных файлов — на ранее форматированный диск переносятся загрузочные файлы операционной системы (диск становится системным).

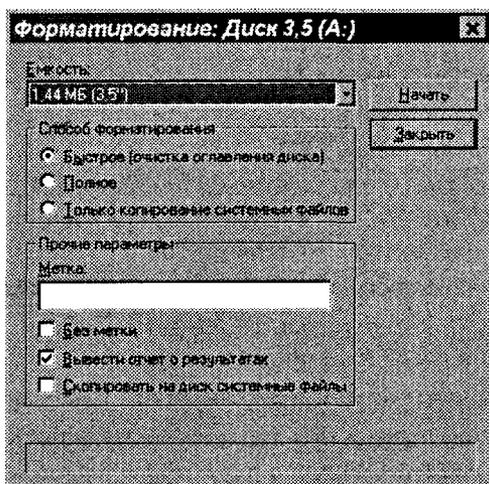


Рис. 10.14. Окно Форматирование

Платформа NT «не дружит» с DOS, и поэтому Windows NT и последующие версии ОС (Windows 2000, XP) не поддерживают явных средств диалогового интерфейса для работы в MS DOS. Запуск DOS-команд и DOS-приложений осуществляется командой меню Пуск ▶ Выполнить, а иногда даже требуется указывать имя командного процессора: Command.com.

Завершение работы с приложениями и с программой Windows

Закрыть сеанс работы с документом можно командами меню Файл, выполнив последовательно процедуры сохранения, закрытия документа и выхода из программы. Закончить сеанс работы с Windows следует нажатием кнопки Пуск на Панели задач и последующим выбором пункта главного меню Завершение работы. В появившемся

ся диалоговом меню Завершение работы с Windows остается выбрать режим завершения или подходящий режим перезагрузки компьютера.

Прикладное программное обеспечение

ППО включает в свой состав проблемные прикладные программы пользователя и пакеты прикладных программ, ориентированные на применение в определенной проблемной области.

Большинство пакетов прикладных программ (ППП) представляют собой некоторую интерактивную среду, погружаясь в которую пользователь получает удобные и простые средства выполнения определенных процедур преобразования информации.

Отметим, что существует огромное количество ППП, разработанных для ПК.

Среди множества ППП следует назвать:

- текстовые редакторы, текстовые процессоры и издательские системы;
- графические редакторы и средства деловой графики;
- крупноформатные электронные таблицы (табличные процессоры);
- ППП управления телекоммуникационными системами;
- системы управления базами данных;
- информационно-поисковые системы;
- системы искусственного интеллекта, в том числе экспертные системы;
- автоматизированные обучающие системы;
- ППП статистической обработки информации;
- ППП математического программирования (линейного, целочисленного и т. д.);
- системы автоматизированного проектирования;
- ППП организационного управления предприятием, фирмой;
- ППП решения различных функциональных задач управления предприятием, фирмой;
- интегрированные ППП, включающие в свой состав несколько видов проблемно-ориентированных пакетов.

Продолжая общепринятую классификацию языков программирования (напомним: языки программирования подразделяются на машинно-, процедурно- и проблемно-ориентированные, причем последние смыкаются с пакетами прикладных программ и плавно в них переходят), можно предложить разделение пакетов прикладных программ на две группы:

- проблемно-ориентированные;*
- функционально-ориентированные.*

Проблемно-ориентированные ППП поддерживают информационные технологии и формируют информационную среду для реализации функциональных программ управления. Задачи, решаемые проблемно-ориентированными ППП, сводятся

к выполнению информационных процедур: формирования и организации информации в виде электронных текстовых и графических документов, баз данных и знаний, выполнения аналитического преобразования информации, высокохудожественного представления информации в печатных изданиях и на презентациях и т. д.

Функционально-ориентированные ППП обеспечивают реализацию тех или иных конкретных функций управления предприятием.

Названные информационные процедуры характерны скорее для офиса предприятия, в то время как функциональные задачи важны для деятельности самого предприятия, фирмы, корпорации.

Поэтому назовем проблемно-ориентированные ППП *офисными*, а функционально-ориентированные — *корпоративными*.

Прикладные программы для офиса

Компьютеры в небольших офисах чаще всего используются для выполнения следующих работ:

- обработка входящей и исходящей информации с помощью текстовых редакторов и средств презентационной графики (электронная почта и факсы, письма и запросы, реклама и прочая документация);
- сборе и анализе данных, расчетов и отчетов, выполняемые обычно с использованием электронных таблиц (расчеты и обработка прайс-листов, формирование отчетов по разным направлениям и критериям, анализ и статистическая обработка информации);
- накопление и хранение поступившей информации, обеспечивающие быстрый ее поиск (по различным критериям и признакам) и доступ к ней с применением систем управления базами данных (СУБД).

Выполняются в офисах и экономические, бухгалтерские расчеты, решаются задачи анализа финансового состояния фирм, но по предложенной выше классификации их отнесем к корпоративным задачам.

Программных продуктов, отдельно или интегрированно позволяющих выполнять указанные работы, выпускается великое множество. Выбор конкретных программ для практического использования зависит, конечно, от конкретных условий, но в значительной мере и от знаний и опыта покупателя.

Для реализации первых трех указанных выше задач целесообразно воспользоваться не отдельными программами, а интегрированными пакетами офисного обслуживания. Наблюдается тенденция не просто объединения больших автономных программ в такие пакеты, а их интеграция в прикладные программные комплексы. Это подразумевает их полную унификацию, то есть *общий пользовательский интерфейс и едилообразные подходы к решению* таких типовых задач, как управление файлами, редактирование, форматирование, печать, вычислительная обработка, статистический и финансовый анализ, работа с электронной почтой и факсами и многое другое.

Интегрированные офисные пакеты предлагаются разными фирмами под разными названиями: офисные прикладные программы, офисные пакеты, «русский офис» и т. п. Но сегодня на рынке прикладных офисных программных продуктов доминируют пакеты **Microsoft Office** в разных редакциях; за ними с большим

отрывом следуют Lotus Smart Suite и Corel WordPerfect. Следует отметить и «Русский офис» (фирмы «Арсеналь», Москва), включающий в себя «национальный» текстовый редактор «Лексикон», систему ведения личных финансов «Декарт», систему перевода «Сократ» и файловый менеджер «ДИСКО Командир».

Новые версии зарубежных офисных комплексов содержат средства коллективной работы, более тесной интеграции компонентов, а также средства взаимодействия с Интернетом. Кроме того, в некоторых офисных пакетах отдельные фрагменты программ используются сразу в нескольких приложениях (так, в MS Office содержится более 50% общего программного кода), что существенно экономит пространство в оперативной памяти и на жестком диске. Многие пакеты (тот же Microsoft Office, например) имеют русифицированные версии, что на первых порах существенно облегчает работу неопытному пользователю.

Пакет прикладных программ Microsoft Office

Microsoft Office может работать под управлением операционных систем Windows. Необходимая для эффективной работы Office конфигурация компьютера зависит от используемой операционной системы, но минимально достаточны:

- микропроцессор Pentium любого типа;
- оперативная память емкостью от 32 Мбайт;
- объем свободного пространства на жестком диске 300 Мбайт;
- видеоадаптер с памятью не менее 4 Мбайт.

Комплект Microsoft Office поставляется в нескольких вариантах, включающих разный состав основных приложений (табл. 10.1).

Варианты поставки:

- Office Standard предназначен для пользователей, которым нужен базовый набор средств для делопроизводства, расчетов (в том числе финансовых, экономических, статистических) и анализа информации, а также для создания и публикации документов в сети Интернет;
- Office Professional дополнительно обеспечивает средства работы с большими базами данных, в настольных издательских системах, а также для управления малым бизнесом;
- Office Premium — самый полный, универсальный вариант поставки;
- Office Small Business ориентирован в основном на решение задач малого бизнеса;
- Office Developer предназначен для профессиональных разработчиков; в отличие от Premium и Professional, включает в себя большое число дополнительных средств и приложений разработки программ, вспомогательную электронную и печатную документацию.

Основные приложения:

- Word — текстовый процессор;
- Excel — табличный процессор;
- Access — система управления базами данных;
- Power Point — система подготовки презентаций;

- Outlook — менеджер персональной информации;
- FrontPage — система редактирования web-узлов Интернета;
- PhotoDraw — графический редактор для создания и редактирования рисунков и деловой графики;
- Publisher — настольная издательская система;
- Small Business Tools — специализированный инструментарий для работы с информацией и осуществления бизнес-анализа;
- Internet Explorer — web-обозреватель (браузер) для сети Интернет.

Таблица 10.1. Варианты поставки MS Office

Приложения	Standard	Professional	Premium	Small Business	Developer
Word	+	+	+	+	+
Excel	+	+	+	+	+
Access	-	+	+	-	+
PowerPoint	+	+	+	-	+
Outlook	+	+	+	+	+
FrontPage	-	-	+	-	+
PhotoDraw	-	-	+	-	+
Publisher	-	+	+	+	+
Small Business	-	+	+	+	-
Internet Explorer	+	+	+	+	+

Как уже отмечалось, Office кроме основных программ — приложений, содержит много вспомогательных программ, используемых для создания и включения в базовые документы Office различных объектов в виде диаграмм, рисунков, формул и т. д. Чаще всего в Office входят следующие дополнения:

- MS Graph — позволяет создавать на основе числовых рядов и таблиц разнообразные интересные графики и диаграммы;
- MS Equation Editor — эффективный редактор математических формул; помогает изобразить всевозможные, иногда достаточно сложные, математические формулы и соотношения;
- MS Office Art — графический редактор, предназначен для создания рисунков, геометрических фигур, блок-схем и т. п.;
- MS Word Art способствует красочному оформлению элементов текста, например заголовков; преобразует слова и фразы в удивительные красочные стилизованные изображения (их можно использовать в том числе и в качестве эмблем и шапок фирменных бланков);
- MS Photo Editor выполняет операции обработки и преобразования рисунков, фотографий, объектов, считанных сканером, и т. п.;
- MS Clip Gallery организует включение в документ имеющихся разнообразных рисунков, пиктографических изображений, звуковых объектов;

- MS Organization Craft позволяет уточнить «кто есть кто?» и «кто за кого отвечает?» в любой организации;
- MS Organizational Char умеет строить иерархические структурные схемы и блок-схемы.

В отличие от предыдущих версий Office, в приложения которых дополнительные модули были часто встроены, в Office 97, 2000 и XP все они могут единообразно использоваться любым из этих приложений.

Некоторые приложения Office кратко охарактеризованы ниже.

Текстовый процессор Microsoft Word

Microsoft Word — это мощный интеллектуальный текстовый редактор (процессор), удобный и простой в применении инструмент для создания профессионально оформленных документов. Многофункциональные программы Word обеспечивают возможность создания и редактирования текстовых документов любого объема и сложности.

В текстовых документах можно создавать разнообразно оформленные математические формулы, списки, простые и электронные таблицы, рисунки и кадры, графики и диаграммы, фрагменты баз данных и другие объекты.

Текстовые процессоры Word обеспечивают работу по созданию документов, имеющих иерархическую организацию (главы, части, разделы и т. п.) с возможностью работы как на уровне отдельных компонентов, так и «главного документа», объединяющего информацию нескольких файлов. Word позволяет максимально автоматизировать работу пользователя с документом, предоставляя возможности создания макропрограмм на языке программирования Visual Basic for Applications для выполнения отдельных стандартных процедур.

Табличный процессор Microsoft Excel

Microsoft Excel — самая мощная и распространенная программная система, выполняющая организацию и всевозможные преобразования данных, представленных в виде таблиц. Отсюда одно из ее названий — электронная таблица. Очень хорошо и полно представлены в Excel средства математической и логической обработки данных. Поэтому ее также называют табличным процессором, что, по видимому, более правильно.

Табличный процессор — это совокупность программ, выполняющая:

- создание и редактирование электронных таблиц;
- создание многотабличных документов, аналитически связанных друг с другом;
- математическое и логическое преобразование данных, находящихся в ячейках электронных таблиц;
- структуризацию и организацию списков данных в электронных таблицах, обеспечивающую их функционирование в качестве несложных баз данных;
- графическую интерпретацию рядов данных электронных таблиц в виде различного вида диаграмм и графиков;
- создание производных итоговых и сводных электронных таблиц, в том числе и с привлечением информации из внешних баз данных;

- ❑ разработку макрокоманд управления электронными таблицами и настройки удобного пользовательского интерфейса;
- ❑ оформление, импорт и экспорт файлов электронных таблиц, их печать и многое другое.

С помощью табличного процессора в электронных таблицах можно выполнять различные *инженерные, статистические, экономические, бухгалтерские, финансовые* расчеты; проводить сложный *экономический анализ*, моделировать и оптимизировать *хозяйственные ситуации* и т. д., и т. п.

Для настройки Excel и автоматизации выполнения процедур пользователя используется мощный язык программирования Visual Basic for Applications (VBA). VBA встроен в средства Microsoft Office. Макросы, написанные на этом языке и вызываемые одной командой, позволяют автоматически выполнить отнимающие много времени сложные процедуры.

Система управления базами данных Microsoft Access

Microsoft Access на сегодняшний день является одним из самых популярных настольных приложений для работы с базами данных. В Access реализовано множество средств, которые упрощают решение задач по вводу, анализу и представлению данных, а также значительно снижают трудоемкость разработки приложений. Microsoft Access предоставляет средства, необходимые для управления любыми данными и принятия оптимальных решений. Эта СУБД «умеет» сводить воедино сведения из самых разных источников (электронные таблицы, другие базы данных) и помогает быстро найти необходимую информацию, донести ее до окружающих с помощью отчетов, графиков или таблиц. Она также предлагает весь необходимый инструментарий для построения готового уникального решения для конкретной предметной области.

Менеджер персональной информации Microsoft Outlook

В современном мире информационных технологий пользователи, как правило, уже не страдают от недостатка информации. Напротив, насущной задачей стали выбор и структуризация актуальной информации, а также ее коллективная обработка. Эта задача становится еще более сложной, если учесть, что информация часто хранится разрозненно — в календарях, папках электронной почты, организаторах личной деятельности, списках контактов, совместно используемых документах, на серверах Интернета или интрасетей.

Важным шагом на пути решения задачи унифицированного доступа к разнородной информации и ее коллективной обработки явилось появление программы **Microsoft Outlook**, которая стала для сотрудников многих организаций универсальным инструментом доступа к корпоративной информации.

MS Outlook предоставляет следующие возможности:

- ❑ обработка сообщений электронной почты;
- ❑ планирование встреч и собраний;
- ❑ управление контактами и задачами;
- ❑ доступ к документам, хранящимся в личных папках, и документам, размещенным на локальных и сетевых дисках.

Система подготовки презентаций Microsoft PowerPoint

Microsoft PowerPoint является одним из самых мощных на сегодняшний день приложений, предназначенных для подготовки и проведения презентаций. Презентации могут использоваться в процессе обучения, проведения семинаров, собраний и т. п. Презентации — это превосходное средство передачи знаний. Они гораздо более эффективны, чем обычные бумажные или электронные документы, поскольку в процесс восприятия материала включается ассоциативное мышление.

Обозреватель Microsoft Internet Explorer

Microsoft Internet Explorer — web-обозреватель (browser, браузер) сети Интернет. Он облегчает поиск данных разного типа (web-узлов, людей, компаний, географических карт и схем и т. д.), используя различные поисковые машины, указанные пользователем.

Специализированные корпоративные программные средства

Для решения функциональных корпоративных задач управления выпускается тоже не один десяток различных программ. До недавнего времени российские фирмы предпочитали приобретать для своих нужд отдельные программы для решения локальных задач, наиболее просто поддающихся автоматизации, таких как задачи бухгалтерского учета или сбыта готовой продукции. Это можно частично объяснить реалиями нашей рыночной экономики — финансово состоятельными многие годы были лишь предприятия торговли и сферы услуг, для которых учетные задачи управления являются основными. Но в последние годы ситуация коренным образом изменилась: фирмы проявляют интерес к компьютерным системам, способным обеспечить эффективное управление предприятием, и автоматизация отдельной учетной задачи для многих предприятий считается уже пройденным этапом. Спрос растет на интегрированные системы управления, решающие множество не только учетных задач, но и задач анализа финансового состояния, планирования и, что важно, оптимизации управления. Ориентироваться во множестве таких интегрированных систем достаточно сложно.

В табл. 10.2 приведены корпоративные прикладные программы, присутствующие на российском рынке, и дана ориентировочная их классификация по сферам использования.

Таблица 10.2. Корпоративные пакеты прикладных программ

Локальные системы	Малые интегрированные системы	Средние интегрированные системы	Крупные интегрированные системы
«Инфо-Бухгалтер»	1С:Предприятие	«Парус»	SAP/R3
«Финансы без проблем»	San Systems	«БОСС-Корпорация»	Oracle
«1С:Зарплата»	Exact	Platinum	BPCS
«1С:Бухгалтерия»	«Ресурс»	MFG-Pro	Baan IV

продолжение ⇨

Таблица 10.2 (продолжение)

Локальные системы	Малые интегрированные системы	Средние интегрированные системы	Крупные интегрированные системы
«1С:Кадры»	«Эталон»	JDEDWARDS	
«Квэстор»	PRO/MIS	«Галактика»	
БЭМБИ	NS-2000	Syte Line	
«Суперменеджер»	Concorde XAL		
«Инфософт»	Scala		
«Инфосклад»			
«Турбо-Бухгалтер»			

Классификация, использованная в таблице, предложена компанией Deloitte&Touche и является весьма условной. Первые две группы пакетов — для локальных и малых интегрированных систем — можно назвать финансово-управленческими. Они предназначены для ведения учета по одному или нескольким направлениям: бухгалтерия, финансовые расчеты, сбыт, склады, учет кадров и т. д. Вторые две группы пакетов — для средних и крупных интегрированных систем — можно назвать производственными. Они, наряду с учетными задачами, большое внимание уделяют вопросам планирования производственного процесса и управления им. Для автоматизации особо крупных корпораций используются средние и малые интегрированные системы в комплексе, когда на уровне организационного управления всей корпорацией применяется, например, самая популярная за рубежом система SAP/R3 (стоимость которой на российском рынке превышает \$300 000).

Вопросы для самопроверки

1. Приведите классификацию программного обеспечения современного компьютера.
2. Назовите и поясните состав системного программного обеспечения ПК.
3. Поясните три вида пользовательского интерфейса операционных систем: командный интерфейс, интерфейс в виде текстового меню, графический интерфейс.
4. Перечислите основные функции операционных систем.
5. Назовите основные компоненты DOS и определите их назначение.
6. Что такое драйверы и каково их функциональное назначение?
7. Поясните характерные особенности операционной оболочки ОС.
8. Поясните характерные особенности пользовательского интерфейса операционной системы Windows.
9. Дайте краткое описание способов работы с документами и приложениями в операционной системе Windows.
10. Дайте общую характеристику прикладного программного обеспечения.
11. Какие основные работы автоматизируются прикладными программами для офиса?

Часть IV
Информационные
компьютерные сети

Глава 11 Основные принципы построения компьютерных сетей

Эффективное управление фирмой невозможно без непрерывного отслеживания состояний коммерческого и финансового рынков, без оперативной координации деятельности всех филиалов и сотрудников. Реализация названных задач требует совместного участия большого числа различных специалистов, часто территориально удаленных друг от друга. В такой ситуации во главу угла организации эффективного взаимодействия этих специалистов должны быть поставлены системы распределенной обработки данных.

Распределенная обработка данных — обработка данных, выполняемая на независимых, но связанных между собой компьютерах, представляющих территориально распределенную систему.

Первыми представителями систем распределенной обработки данных были системы телеобработки данных и многомашинные вычислительные системы.

Системы телеобработки данных — это информационно-вычислительные системы, в которых выполняется дистанционная централизованная обработка данных, поступающих в центр обработки по каналам связи.

Многомашинные вычислительные системы — это системы, содержащие несколько одинаковых или различных, относительно самостоятельных компьютеров, связанных между собой через устройство обмена информацией, в частности, по каналам связи. В последнем случае речь идет об информационно-вычислительных сетях.

Системы телеобработки данных

Системы телеобработки данных (СТОД), весьма популярные и распространенные в 70-х годах, являются прообразом вычислительных сетей и применяются:

- для дистанционного централизованного решения задач абонентов;
- для сбора данных, которые считываются на абонентских пунктах (АП) с промежуточного носителя или с дисплея и передаются в компьютер;

- при выдаче справок: компьютер обрабатывает запрос, полученный с АП; ответ отсылается на АП;
- для решения задач, связанных с коммутацией сообщений: данные вводятся с одного АП и почти без обработки выводятся на другой АП;
- для управления компьютером, когда АП используется в качестве пульта оператора компьютера.

Поскольку технические средства, применяемые в системах телеобработки, аналогичны тем, которые применяются в сетях, рассмотрим их использование в СТОД несколько подробнее.

Под *техническими средствами телеобработки* понимается совокупность технических средств системы, обеспечивающих ввод данных в систему, передачу данных по каналам связи, сопряжение каналов связи с компьютером, обработку данных и выдачу конечных данных абоненту.

Наряду с техническими средствами для осуществления режима телеобработки у компьютера должно иметься и достаточно сложное программное обеспечение, выполняющее такие функции, как:

- обеспечение работы компьютера в различных режимах телеобработки;
- управление сетью телеобработки данных;
- управление очередями сообщений;
- редактирование сообщений и работа с ошибочными сообщениями и т. п.

Телеобработка информации является основным режимом обработки данных в вычислительных центрах коллективного пользования.

Телеобработка данных может быть реализована в одном из двух режимов:

- в режиме пакетной обработки (offline);
- в диалоговом режиме (online).

Любая система телеобработки информации включает в себя как минимум четыре основные группы технических средств:

- электронную вычислительную машину (одну или несколько);
- аппаратуру передачи данных (АПД);
- устройство сопряжения (УС) компьютера с аппаратурой передачи данных (линейные адаптеры, мультиплексоры передачи данных, связные процессоры, осуществляющие электрическое и логическое согласование работы машины и АПД);
- абонентские пункты (АП), осуществляющие взаимодействие абонента с системой и обеспечивающие ввод и вывод данных в систему.

Более разветвленные системы телеобработки информации могут включать в себя также *устройства удаленного согласования* (УУС) — поочередного или одновременного подключения разных абонентов к одному каналу связи за счет использования различных способов уплотнения передачи информации: коммутаторы, концентраторы, удаленные мультиплексоры, периферийные связные процессоры.

Блок-схема типовой СТОД показана на рис. 11.1.

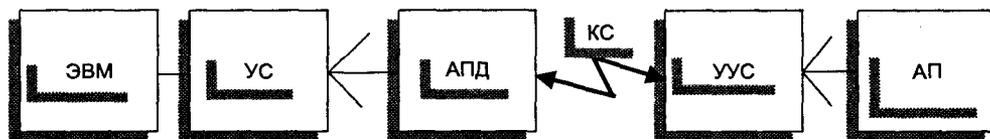


Рис. 11.1. Блок-схема типовой СТОД

Устройства сопряжения могут быть различными.

Линейные адаптеры — это одноканальные устройства сопряжения, обеспечивающие согласование канала ввода-вывода компьютера с одним каналом передачи данных. Они выполняют следующие функции:

- согласование формы и амплитуды электрических сигналов компьютера и АПД;
- последовательно-параллельное и обратное ему преобразование данных;
- распознавание, введение и устранение служебных синхронизирующих сигналов, обнаружение ошибок в принимаемых сигналах — контроль достоверности их формы.

Все указанные функции линейные адаптеры реализуют, как правило, схемным путем, поэтому их сложность с увеличением количества выполняемых функций существенно растет. Для каждого типа каналов связи (телефонных и телеграфных, коммутируемых и некоммутируемых, широкополосных) выпускаются свои адаптеры. В современных СТОД и вычислительных сетях линейные адаптеры в автономном варианте используются редко, обычно они включаются в состав более развитых устройств.

Мультиплексоры передачи данных (МПД) или групповые адаптеры — это многоканальные устройства согласования. Помимо функций, выполняемых линейными адаптерами, они реализуют:

- поочередное подключение разных терминальных устройств и работу с ними;
- обмен информацией с компьютером по его командам;
- промежуточное накопление и хранение (буферизацию) данных;
- преобразование кодов данных, контроль достоверности данных с обнаружением, а иногда и с автоматическим исправлением ошибок;
- контроль работоспособности устройств согласования.

МПД бывают непрограммируемые и программируемые. *Непрограммируемые* (аппаратные) реализуют свои функции схемным путем, что обуславливает их специализацию по отношению к структуре информационной сети и протоколам ее работы — возможна лишь подстройка аппаратных МПД к различным типам АПД путем замены линейных адаптеров, входящих в состав мультиплексоров.

Программируемые МПД адаптируются (подстраиваются) к разнообразным, и подчас сложным, информационным сетям, отличающимся по скорости передачи данных, используемым кодам и форматам сообщений, режимам обслуживания

абонентов, протоколами управления обменом данными и т. д., программным путем. Развитые МПД этой группы имеют оперативную и постоянную память, устройство управления и арифметико-логическое устройство, то есть их структура подобна структуре компьютера и они могут выполнять некоторые логические и арифметические преобразования информации.

Связные процессоры по сути представляют собой микрокомпьютеры, оснащенные программными средствами и сменными линейными адаптерами, обеспечивающими сопряжение их с АПД, основным компьютером, а иногда и с ВЗУ большой емкости.

Целесообразность применения связного процессора совместно с высокопроизводительным основным компьютером обусловлена следующим. Управление сложной системой телеобработки данных, а тем более сетью, требует обработки большого числа обращений в режиме реального времени, то есть связанных с прерыванием вычислений и обслуживанием этих прерываний, что резко снижает производительность компьютера. Согласно статистике, компьютер затрачивает до 75% своего времени на управление сложной сетью, при этом МП загружается незначительно. Связной процессор берет на себя реализацию почти всех функций управления сетью, тем самым высвобождая дорогостоящее время основного компьютера. Кроме того, связной процессор значительно увеличивает гибкость системы путем программной настройки устройства согласования. Наконец, удаление связного процессора от компьютера к периферии (удаленный связной процессор) позволяет для решения несложных задач приблизить вычислительные мощности к абонентам и тем самым снизить загрузку каналов передачи данных.

Таким образом, возможные эффективные варианты использования связного процессора связаны с выполнением следующих функций:

- сопряжение основного компьютера с АПД, управление процедурами обмена данными между компьютером и абонентами (связной процессор устанавливается в этом случае рядом с основным компьютером и часто называется входным процессором);
- накопление и уплотнение (сжатие) данных и увеличение скорости передачи по каналам связи данных, поступающих от низкоскоростных терминалов (связной процессор устанавливается на противоположной от компьютера стороне системы передачи данных и его называют удаленным связным процессором);
- выполнение тривиальных приложений непосредственно у абонента, а также предварительная первичная обработка и группировка данных и передача промежуточных результатов на основной компьютер для их дальнейшей обработки по сложным алгоритмам (связной процессор входит в состав абонентского терминального комплекса и называется периферийным процессором);
- локальное управление работой непосредственно к нему подключенных терминалов (связной процессор устанавливается у абонента и называется управляющим периферийным процессором).

В состав устройств удаленного согласования, как уже упоминалось, могут входить: коммутаторы, концентраторы, удаленные МПД, удаленные процессоры. В СТОД обычно используются простейшие коммутаторы и концентраторы.

Коммутаторы, наиболее простые из них, служат для поочередного подключения нескольких входных каналов связи к одному выходному без изменения скорости передачи. Следует сказать, что сложные сетевые устройства коммутации (сетевые коммутаторы), названные выпускающей их фирмой коммутаторами, часто выполняют значительно больший объем функций, в том числе свойственных концентраторам, маршрутизаторам и связным процессорам.

Концентраторы осуществляют переключение потока данных из канала (каналов) на другой (другие). В СТОД концентраторы, являющиеся устройствами удаленного согласования, обычно переключают потоки данных от нескольких низкоскоростных каналов на меньшее число более скоростных методом асинхронного временного уплотнения.

ПРИМЕЧАНИЕ

В настоящее время нет устоявшейся терминологии относительно понятий коммутатор, концентратор (Hub), повторитель (Repeater), мост (Bridge). В компьютерных сетях используются коммутаторы и концентраторы пакетов данных. При этом обычно под концентратором имеется в виду простейшее коммутирующее пакеты устройство (типа классического коммутатора), а под коммутатором — более сложное интеллектуальное устройство, выполняющее логическое соединение канала, передающего пакет, с каналом, обеспечивающим доступ к приемнику, для которого этот пакет в соответствии со своим заголовком (адресной частью) предназначен (то есть используется терминология взаимно обратная классической).

Удаленные мультиплексоры (в дополнение к функциям их не удаленных собратьев) осуществляют объединение нескольких низкоскоростных каналов связи на один более скоростной методом частотного, временного (чаще синхронного) или кодового уплотнения.

Таким образом, коммутаторы выполняют процедуру переключения каналов, не затрагивая структуры данных, в то время как концентраторы и мультиплексоры могут осуществлять коммутацию данных с некоторым преобразованием последних.

При *частотном* уплотнении каждому абоненту в широкополосном канале отводится своя узкая полоса частот, на которой он может передавать данные; на выходе широкополосного канала стоят частотные фильтры, настроенные каждый на свою полосу, которые вновь разделяют информацию абонентов.

При *синхронном временном* уплотнении каждому абоненту, вне зависимости от того, работает он или нет, отводятся в скоростном канале свои жесткие, циклически повторяющиеся временные интервалы для передачи данных.

При *асинхронном временном* уплотнении временные интервалы для передачи данных по скоростному каналу предоставляются абонентам в соответствии с поступающими от них запросами.

При *кодвом* уплотнении выполняется модуляция данных псевдослучайным шумовым сигналом и сжатие информации путем применения специальных кодов, например форматов MPEG, GIF, TIFF и т. д.

Мультиплексоры с частотным и кодовым уплотнениями могут работать совместно с концентраторами, так как они хорошо дополняют друг друга, и их совместное использование позволяет еще больше уплотнить передаваемые данные.

Абонентский пункт (АП) представляет собой комплекс терминальных устройств, с помощью которых пользователь (абонент) системы телеобработки данных может вводить в систему и получать из системы всю необходимую информацию. Для этой цели АП содержат аппаратуру для ввода, вывода, передачи, а иногда и подготовки, несложной обработки, хранения и автономной распечатки данных. В качестве аппаратуры ввода-вывода в разных типах АП применяются самые разнообразные устройства, отличающиеся типом носителя, скоростью работы, способом связи с оператором. Наибольшее распространение среди них получили клавиатуры, телетайпы, пишущие машинки, дисплеи, быстродействующие устройства цифровой и буквенно-цифровой печати.

На базе АП строятся *автоматизированные рабочие места* специалистов (АРМ). АП, включающие в свой состав аппаратуру обработки данных (МП или ПК), называются *интеллектуальными*. Система телеобработки в этом случае представляет собой типичную локальную вычислительную сеть (радиальной топологии).

Аппаратура передачи данных состоит из следующих устройств:

- устройства преобразования сигналов (УПС);
- устройства защиты от ошибок (УЗО);
- вызывные устройства.

УПС преобразует сигналы, поступающие от терминального оборудования, в вид, пригодный для их передачи по используемым каналам связи, и наоборот, сигналы, поступающие по каналу связи, преобразует к виду, воспринимаемому терминальной аппаратурой. В качестве УПС обычно используются модемы и сетевые карты — они подробнее рассмотрены несколько ниже.

УЗО вводятся в систему для обеспечения достоверности передачи информации — они реализуют процедуры обнаружения и, реже, автоматического исправления ошибок. Обнаружение ошибок осуществляется либо посредством анализа формы поступившего сигнала, либо путем арифметического подсчета контрольных символов, дополнительно введенных по разным алгоритмам в передаваемую информацию (информационная избыточность). Использование информационной избыточности во многих случаях оказывается предпочтительнее, так как обеспечивает большую обнаруживающую способность, а иногда позволяет осуществить и автоматическое исправление ошибок (см. раздел «Помехозащищенное кодирование информации» главы 20 «Качество и эффективность информационных систем»).

Вызывные устройства необходимы в АПД только при работе по коммутируемым каналам связи для соединения с вызываемым абонентом. Такие устройства могут быть ручными и автоматическими.

Классификация и архитектура информационно-вычислительных сетей

Информационно-вычислительная сеть (возможное название — *вычислительная сеть*¹) представляет собой систему компьютеров, объединенных каналами передачи данных.

Основное назначение информационно-вычислительных сетей (ИВС) — обеспечение эффективного предоставления различных информационно-вычислительных услуг пользователям сети посредством организации удобного и надежного доступа к ресурсам, распределенным в этой сети.

В последние годы подавляющая часть услуг большинства сетей лежит в сфере именно информационного обслуживания. В частности, информационные системы, построенные на базе ИВС, обеспечивают эффективное выполнение следующих задач:

- хранение данных;
- обработка данных;
- организация доступа пользователей к данным;
- передача данных и результатов обработки данных пользователям.

Эффективность решения указанных задач обеспечивается:

- распределенными в сети аппаратными, программными и информационными ресурсами;
- дистанционным доступом пользователя к любым видам этих ресурсов;
- возможным наличием централизованной базы данных наряду с распределенными базами данных;
- высокой надежностью функционирования системы, обеспечиваемой резервированием ее элементов;
- возможностью оперативного перераспределения нагрузки в пиковые периоды;
- специализацией отдельных узлов сети на решении задач определенного класса;
- решением сложных задач совместными усилиями нескольких узлов сети;
- оперативным дистанционным информационным обслуживанием клиентов.

Основные показатели качества ИВС.

1. *Полнота выполняемых функций.* Сеть должна обеспечивать выполнение всех предусмотренных для нее функций и по доступу ко всем ресурсам, и по совместной работе узлов, и по реализации всех протоколов и стандартов работы.
2. *Производительность* — среднее количество запросов пользователей сети, исполняемых за единицу времени. Производительность зависит от времени

¹ В литературе их обычно называют вычислительными сетями, что не отражает их основного назначения — информационного обслуживания.

реакции системы на запрос пользователя. Это время складывается из трех составляющих:

- времени передачи запроса от пользователя к узлу сети, ответственному за его исполнение;
 - времени выполнения запроса в этом узле;
 - времени передачи ответа на запрос пользователю.
3. Значительную долю времени реакции составляет передача информации в сети. Следовательно, важной характеристикой сети является ее пропускная способность. *Пропускная способность* определяется количеством данных, передаваемых через сеть (или ее звено — сегмент) за единицу времени.
 4. *Надежность сети* — важная ее техническая характеристика. Надежность чаще всего характеризуется средним временем наработки на отказ (см. главу 20 «Качество и эффективность информационных систем»).
 5. Поскольку сеть является информационной системой, то более важной потребительской характеристикой является *достоверность* ее результирующей информации (показатель своевременности информации поглощается достоверностью: если информация поступила несвоевременно, то в нужный момент на выходе системы информация недостоверна). Существуют технологии, обеспечивающие высокую достоверность функционирования системы даже при ее низкой надежности (см. раздел «Достоверность информационных систем» главы 20 «Качество и эффективность информационных систем»). Можно сказать, что надежность информационной системы — это не самоцель, а средство обеспечения достоверной информации на ее выходе.
 6. Современные сети часто имеют дело с конфиденциальной информацией, поэтому важнейшим параметром сети является *безопасность информации* в ней. Безопасность — это способность сети обеспечить защиту информации от несанкционированного доступа.
 7. *Прозрачность* сети — еще одна важная потребительская ее характеристика. Прозрачность означает невидимость особенностей внутренней архитектуры сети для пользователя: в оптимальном случае он должен обращаться к ресурсам сети как к локальным ресурсам своего собственного компьютера.
 8. *Масштабируемость* — возможность расширения сети без заметного снижения ее производительности.
 9. *Универсальность* сети — возможность подключения к сети разнообразного технического оборудования и программного обеспечения от разных производителей.

Виды информационно-вычислительных сетей

Информационно-вычислительные сети (ИВС) в зависимости от территории, ими охватываемой, подразделяются на:

- локальные (ЛВС или LAN — Local Area Network);
- региональные (РВС или MAN — Metropolitan Area Network);
- глобальные (ГВС или WAN — Wide Area Network).

Локальной называется сеть, абоненты которой находятся на небольшом (до 10–15 км) расстоянии друг от друга. ЛВС объединяет абонентов, расположенных в пределах небольшой территории. В настоящее время не существует четких ограничений на территориальный разброс абонентов локальной вычислительной сети. Обычно такая сеть привязана к конкретному объекту. К классу ЛВС относятся сети отдельных предприятий, фирм, банков, офисов, корпораций и т. д. Если такие ЛВС имеют абонентов, расположенных в разных помещениях, то они (сети) часто используют инфраструктуру глобальной сети Интернет, и их принято называть *корпоративными сетями* или сетями *интранет* (Intranet).

Региональные сети связывают абонентов города, района, области или даже небольшой страны. Обычно расстояния между абонентами региональной ЛВС составляют десятки – сотни километров.

Глобальные сети объединяют абонентов, удаленных друг от друга на значительное расстояние, часто находящихся в различных странах или на разных континентах. Взаимодействие между абонентами такой сети может осуществляться на базе телефонных линий связи, систем радиосвязи и даже спутниковой связи.

Объединение глобальных, региональных и локальных вычислительных сетей позволяет создавать многосетевые иерархии. Они обеспечивают мощные, экономически целесообразные средства обработки огромных информационных массивов и доступ к неограниченным информационным ресурсам. Локальные вычислительные сети могут входить как компоненты в состав региональной сети, региональные сети – объединяться в составе глобальной сети и, наконец, глобальные сети могут также образовывать сложные структуры. Именно такая структура принята в наиболее известной и популярной сейчас всемирной суперглобальной информационной сети Интернет.

По принципу организации передачи данных сети можно разделить на две группы:

- последовательные;
- широковещательные.

В *последовательных сетях* передача данных выполняется последовательно от одного узла к другому и каждый узел ретранслирует принятые данные дальше. Практически все глобальные, региональные и многие локальные сети относятся к этому типу. В *широковещательных сетях* в каждый момент времени передачу может вести только один узел, остальные узлы могут только принимать информацию. К такому типу сетей относится значительная часть ЛВС, использующая один общий канал связи (моноканал) или одно общее пассивное коммутирующее устройство.

По геометрии построения (топологии) ЛВС могут быть:

- шинные (линейные, bus);
- кольцевые (петлевые, ring);
- радиальные (звездообразные, star);
- распределенные радиальные (сотовые, cellular);
- иерархические (древовидные, hierarchy);

- полносвязные (сетка, mesh);
- смешанные (гибридные).

Сети с шинной топологией используют линейный моноканал передачи данных, к которому все узлы подсоединены через интерфейсные платы посредством относительно коротких соединительных линий. Данные от передающего узла сети распространяются по шине в обе стороны. Промежуточные узлы не ретранслируют поступающих сообщений. Информация поступает на все узлы, но принимает сообщение только тот, которому оно адресовано.

Шинная топология — одна из наиболее простых топологий. Такую сеть легко наращивать и конфигурировать, а также адаптировать к различным системам; она устойчива к возможным неисправностям отдельных узлов.

Сеть шинной топологии применяют широко известная сеть Ethernet и организованная на ее адаптерах сеть Novell NetWare, очень часто используемая в офисах, например. Условно такую сеть можно изобразить, как показано на рис. 11.2.

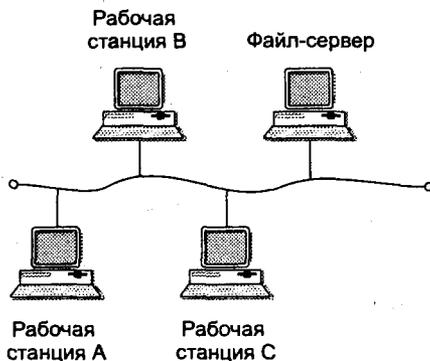


Рис. 11.2. Сеть с шинной топологией

В **сети с кольцевой топологией** все узлы соединены в единую замкнутую петлю (кольцо) каналами связи. Выход одного узла сети соединяется со входом другого. Информация по кольцу передается от узла к узлу и каждый узел ретранслирует посланное сообщение. В каждом узле для этого имеются свои интерфейсная и приемо-передающая аппаратура, позволяющая управлять прохождением данных в сети. Передача данных по кольцу с целью упрощения приемо-передающей аппаратуры выполняется только в одном направлении. Принимающий узел распознает и получает только адресованные ему сообщения.

Ввиду своей гибкости и надежности работы сети с кольцевой топологией получили также широкое распространение на практике (например, сеть Token Ring).

Условная структура такой сети показана на рис. 11.3.

Основу последовательной **сети с радиальной топологией** составляет специальный компьютер — сервер, к которому подсоединяются рабочие станции, каждая по своей линии связи. Вся информация передается через центральный узел, который ретранслирует, переключает и маршрутизирует информационные потоки

в сети. По своей структуре такая сеть по существу является аналогом системы телеобработки, у которой все абонентские пункты являются интеллектуальными (содержат в своем составе компьютер).

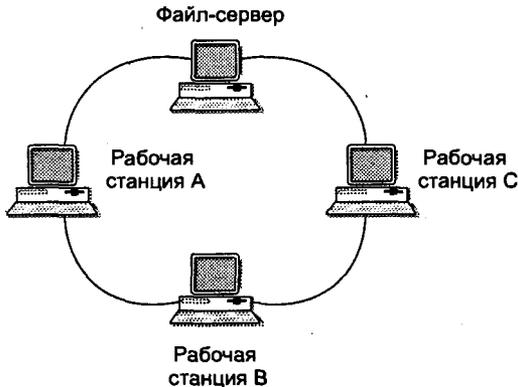


Рис. 11.3. Сеть с кольцевой топологией

В качестве недостатков такой сети можно отметить:

- большую загруженность центральной аппаратуры;
- полную потерю работоспособности сети при отказе центральной аппаратуры;
- большую протяженность линий связи;
- отсутствие гибкости в выборе пути передачи информации.

Последовательные радиальные сети используются в офисах с явно выраженным централизованным управлением.

Условная структура радиальной сети показана на рис. 11.4.

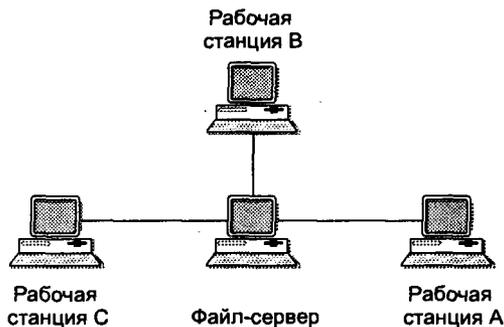


Рис. 11.4. Сеть с радиальной топологией

Но используются и ширококвещательные *радиальные сети с пассивным центром* — вместо центрального сервера в таких сетях устанавливается коммутирующее устройство, обычно концентратор, обеспечивающий подключение одного передающего канала сразу ко всем остальным.

В общем случае топологию многосвязной вычислительной сети можно представить на примере топологии «сетка» в следующем виде — рис. 11.5:

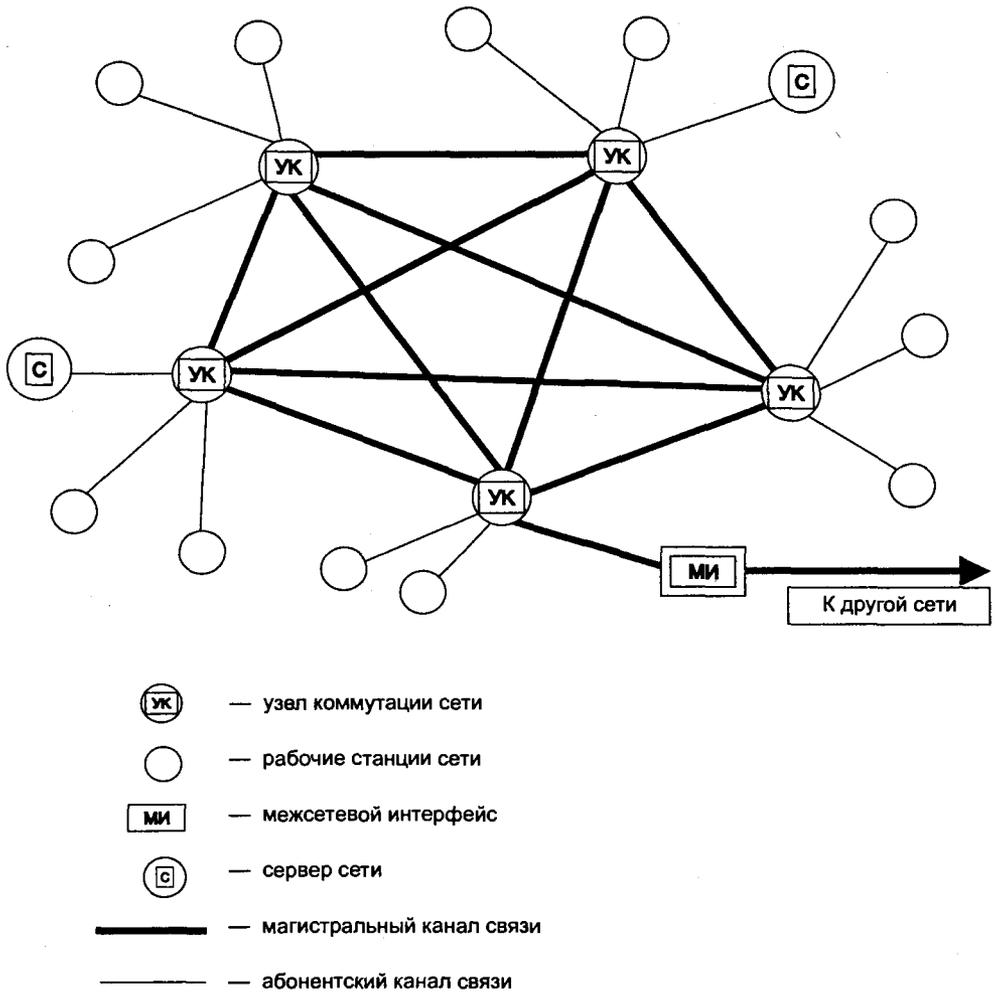


Рис. 11.5. Обобщенная структура вычислительной сети

В структуре сети можно выделить *коммуникационную* и *абонентскую* подсети.

Коммуникационная подсеть является ядром вычислительной сети, связывающим рабочие станции и серверы сети друг с другом. Звенья коммуникационной подсети (в данном случае — узлы коммутации) связаны между собой магистральными каналами связи, обладающими высокой пропускной способностью. В больших сетях коммуникационную подсеть часто называют сетью передачи данных.

Звенья **абонентской подсети** (хост-компьютеры, серверы, рабочие станции) подключаются к узлам коммутации абонентскими каналами связи — обычно это среднескоростные телефонные каналы связи.

В зависимости от используемой коммуникационной среды сети делятся на сети с моноканалом, а также иерархические, полносвязные сети и сети со смешанной топологией.

- В *сетях с моноканалом* данные могут следовать только по одному и тому же пути; в них доступ абонентов к информации осуществляется на основе селекции (выбора) передаваемых кадров или пакетов данных по адресной части последних. Все пакеты доступны всем пользователям сети, но «вскрыть» пакет может только тот абонент, чей адрес в пакете указан. Такие сети иногда называют **сетями с селекцией информации**.
- *Иерархические, полносвязные и сети со смешанной топологией* в процессе передачи данных требуют маршрутизации последней, то есть выбора в каждом узле пути дальнейшего движения информации. Правда, альтернативная неоднозначная маршрутизация выполняется только в сетях, имеющих замкнутые контуры каналов связи (ячеистую структуру). Такие сети называются **сетями с маршрутизацией информации**.

Модель взаимодействия открытых систем

Управление таким сложным, использующим многочисленную и разнообразную аппаратуру процессом, как передача и обработка данных в разветвленной сети, требует формализации и стандартизации процедур:

- выделения и освобождения ресурсов компьютеров и системы телекоммуникации;
- установления и разъединения соединений;
- маршрутизации, согласования, преобразования и передачи данных;
- контроля правильности передачи;
- исправления ошибок и т. д.

Необходимость стандартизации протоколов важна и для «понимания» сетями друг друга при их взаимодействии.

Указанные задачи решаются с помощью системы протоколов и стандартов, регламентирующих нормализованные процедуры взаимодействия элементов сети при установлении связи и передаче данных.

Протокол — это набор правил и методов взаимодействия объектов вычислительной сети, охватывающий основные процедуры, алгоритмы и форматы взаимодействия, обеспечивающие корректность согласования, преобразования и передачи данных в сети. Реализацией протокольных процедур обычно управляют специальные программы, реже — аппаратные средства.

Протоколы для сетей — то же самое, что язык для людей. Говоря на разных языках, люди могут не понимать друг друга, — так же ведут себя и сети, использующие разные протоколы. Но и внутри сети протоколы обеспечивают разные варианты обращения с информацией, разные виды сервиса при работе с ней. От эффективности этих сервисов, их надежности, простоты, удобства и распространенности зависит то, насколько эффективна и комфортна вообще работа человека в сети.

Международной организацией по стандартизации (ISO — International Organization for Standardization) разработана система стандартных протоколов, получившая

название **модели взаимодействия открытых систем** (Open System Interconnection—**OSI**), часто называемая также *эталонной семиуровневой логической моделью открытых систем*.

Открытая система — система, доступная для взаимодействия с другими системами в соответствии с принятыми стандартами.

Эта система протоколов базируется на технологии «разделяй и властвуй», то есть на разделении всех процедур взаимодействия на отдельные мелкие функциональные уровни, для каждого из которых легче создать стандартные алгоритмы их построения.

Модель OSI представляет собой самые общие рекомендации для построения стандартов совместимых сетевых программных продуктов, она же служит базой для производителей при разработке совместимого сетевого оборудования, то есть эти рекомендации должны быть реализованы как в аппаратуре, так и в программных средствах вычислительных сетей. В настоящее время модель взаимодействия открытых систем является наиболее популярной сетевой архитектурной моделью. Модель регламентирует общие функции, а не специальные решения, поэтому реальные сети имеют достаточно пространства для маневра. Итак, для упорядочения функций управления и протоколов вычислительной сети вводятся функциональные уровни. В общем случае сеть должна иметь 7 функциональных уровней (табл. 11.1).

Таблица 11.1. Уровни управления модели OSI

Уровень OSI	Назначение	Примеры протоколов
7 — прикладной	Обеспечивает прикладным процессам пользователя средства доступа к сетевым ресурсам; является интерфейсом между программами пользователя и сетью. Имеет интерфейс с пользователем	X.400, NCP, HTTP, SMTP, FTP, FTAM, SAP, DNS, Telnet и т. д.
6 — представления	Устанавливает стандартные способы представления данных, которые удобны для всех взаимодействующих объектов прикладного уровня. Имеет интерфейс с прикладными программами	X.226
5 — сеансовый	Обеспечивает средства, необходимые сетевым объектам для организации, синхронизации и административного управления обменом данными между ними	X.225, RPC, NetBEUI и т. д.
4 — транспортный	Обеспечивает надежную, экономичную и «прозрачную» передачу данных между взаимодействующими объектами сеансового уровня	X.224, TCP, UDP, NSP, SPX, SPP, RH и т. д.
3 — сетевой	Обеспечивает маршрутизацию передачи данных в сети, устанавливает логический канал между объектами для реализации протоколов транспортного уровня	X.25, X.75, IP, IPX, IDP, TH, DNA-4 и т. д.

Таблица 11.1 (продолжение)

Уровень OSI	Назначение	Примеры протоколов
2 — канальный	Обеспечивает непосредственную связь объектов сетевого уровня, функциональные и процедурные средства ее поддержки для эффективной реализации протоколов сетевого уровня	LAP-B, HDLC, SNAP, SDLC, IEEE 802.2 и т. д.
1 — физический	Формирует физическую среду передачи данных, устанавливает соединения объектов сети с этой средой	Ethernet, ARCNet, Token Ring, IEEE 802.3, 5

Кратко поясним назначение уровней модели OSI.

Прикладной уровень (уровень приложений, *application*) — управление терминалами сети и прикладными процессами, которые являются источниками и потребителями информации, передаваемой в сети. Ведает запуском программ пользователя, их выполнением, вводом-выводом данных, управлением терминалами, административным управлением сетью. На этом уровне обеспечивается предоставление пользователям различных услуг, связанных с запуском его программ, начиная от простой передачи данных и до формирования технологии виртуальной реальности. На этом уровне функционируют технологии, являющиеся как бы надстройкой над инфраструктурой собственно передачи данных: электронной почты, теле- и видеоконференций, удаленного доступа к ресурсам, работы в среде всемирной информационной паутины и т. д.

Уровень представления (*presentation*) — интерпретация и преобразование передаваемых в сети данных к виду, удобному для прикладных процессов. Обеспечивает представление данных в согласованных форматах и синтаксисе, трансляцию и интерпретацию программ с разных языков, шифрование данных. На практике многие функции этого уровня задействованы на прикладном уровне, поэтому протоколы уровня представлений не получили развития и во многих сетях практически не используются.

Сеансовый уровень (*session*) — организация и проведение сеансов связи между прикладными процессами (инициализация и поддержание сеанса между абонентами сети, управление очередностью и режимами передачи данных: симплекс, полудуплекс, дуплекс, например). Многие функции этого уровня в части установления соединения и поддержания упорядоченного обмена данными на практике реализуются на транспортном уровне, поэтому протоколы сеансового уровня имеют ограниченное применение.

Транспортный уровень (*transport*) — управление сегментированием данных (*сегмент* — блок данных транспортного уровня) и сквозной передачей (транспортировкой) данных от источника к потребителю (обмен управляющей информацией и установление между абонентами логического канала, обеспечение качества передачи данных). На этом уровне оптимизируется использование услуг, предоставляемых на сетевом уровне, в части обеспечение максимальной пропускной способности при минимальных затратах. Протоколы транспортного уровня развиты очень широко и интенсивно используются на практике. Большое внимание на этом уровне уделено контролю достоверности передаваемой информации.

Сетевой уровень (network) — управление логическим каналом передачи данных в сети (адресация и маршрутизация данных, коммутация каналов, сообщений, пакетов и мультиплексирование). На этом уровне реализуется главная телекоммуникационная функция сетей — обеспечение связи ее пользователей. Каждый пользователь сети обязательно использует протоколы этого уровня и имеет свой уникальный сетевой адрес, используемый протоколами сетевого уровня. На этом уровне выполняется структуризация данных — разбивка их на пакеты и присвоение пакетам сетевых адресов (*пакет* — блок данных сетевого уровня).

Канальный уровень (data-link) — формирование и управление физическим каналом передачи данных между объектами сетевого уровня (установление, поддержание и разъединение логических каналов), обеспечение прозрачности (кодонезависимости) физических соединений, контроля и исправления ошибок передачи. Протоколы этого уровня весьма многочисленны и существенно отличаются друг от друга своими функциональными возможностями. На этом уровне действуют, например, протоколы доступа к моноканалу. Управление выполняется на уровне кадров (*кадр* — блок данных на канальном уровне).

Физический уровень (physical) — установление, поддержание и расторжение соединений с физическим каналом сети (обеспечение нужными физическими реквизитами подключения к физическому каналу). Управление выполняется на уровне *битов* цифровых (импульсы, их амплитуда, форма) и аналоговых (амплитуда, частота, фаза непрерывного сигнала).

Блоки информации, передаваемые между уровнями, имеют стандартный формат: заголовок (header), служебная информация, данные, концевик. Каждый уровень при передаче блока информации нижестоящему уровню снабжает его своим заголовком. Заголовок вышестоящего уровня воспринимается нижестоящим как передаваемые данные. На рисунке 11.6 показана структура передачи данных модели OSI с добавленными заголовками.

					Уровни OSI		ПРОТОКОЛЫ		Уровни OSI				
				data	7	Прикладной	Управление прикладными процессами Управление представлением данных Управление сеансами Управление трафиком Управление сетью Управление информационным каналом Управление физическим каналом	7	Прикладной				
			H1	data	6	Представления		6	Представления				
			H2	H1	data	5		Сеансовый	5	Сеансовый			
			H3	H2	H1	data		4	Транспортный	4	Транспортный		
			H4	H3	H2	H1		data	3	Сетевой	3	Сетевой	
			H5	H4	H3	H2		H1	data	2	Канальный	2	Канальный
			H5	H4	H3	H2		H1	data	1	Физический	1	Физический
ПЕРЕДАВАЕМЫЙ ПАКЕТ					ПЕРЕДАЮЩАЯ СРЕДА (коммуникационная подсеть)								

Рис. 11.6. Структура передачи данных модели OSI

Средства каждого уровня обрабатывают протокол своего уровня и интерфейсы с соседними уровнями. Нижестоящие уровни обеспечивают возможность функционирования вышестоящих; при этом каждый уровень имеет интерфейс только с соседними уровнями и на каждом уровне управления оговаривается:

- спецификация услуг (что делает уровень?);
- спецификация протоколов (как это делается?).

Набор протоколов, достаточный для организации взаимодействия в сети, называется **стеком коммуникационных протоколов**.

Указанные уровни управления можно по разным признакам объединять в группы:

- уровни 1, 2 и, частично, 3 реализуются в большей части за счет аппаратных средств; верхние уровни с 4 по 7 и, частично, 3 обеспечиваются программными средствами;
- уровни 1 и 2 обслуживают абонентскую подсеть, уровни 3 и 4 — коммуникационную подсеть, уровни 5–7 обслуживают прикладные процессы, выполняемые в сети;
- уровни 1 и 2 ответственны за физические соединения; уровни 3–6 заняты организацией передачи, передачей и преобразованием информации в понятную для абонентской аппаратуры форму; уровень 7 обеспечивает выполнение прикладных программ пользователя.

Стеки протоколов наиболее распространенных сетей — *сетью X.25*, глобальной *сети Интернет* и локальной вычислительной *сети Novell NetWare* — показаны на рис. 11.7.

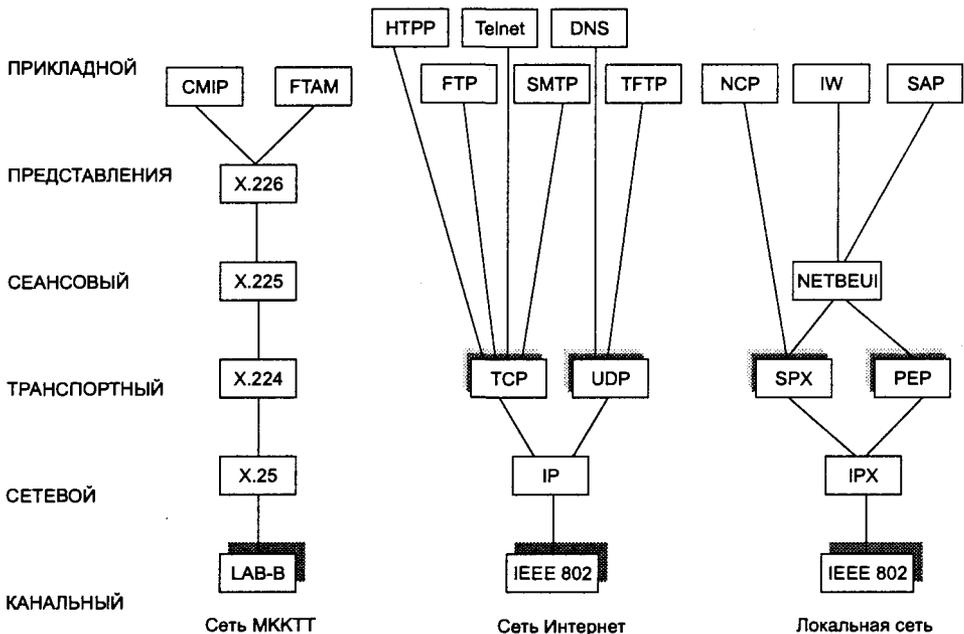


Рис. 11.7. Стеки протоколов некоторых известных сетей

Сети и сетевые технологии нижних уровней

Сеть ISDN

Сразу оговоримся, что одни и те же наименования технологий могут быть использованы для идентификации протоколов и сетей. Например, протокол, применяющий технологию ISDN, может быть назван протоколом ISDN, а сеть, построенную с использованием данной технологии, можно назвать сетью ISDN.

Цифровая сеть с интеграцией услуг, ISDN (Integrated Services Digital Network), использует цифровые каналы связи в режиме коммутации каналов. Это самая популярная и распространенная цифровая сеть с коммутацией каналов как в Европе, так и на других континентах (по распространенности она уступает лишь аналоговой телефонной сети). Первоначально ISDN задумывалась как сеть, способная интегрировать существующие телефонные сети с зарождающимися тогда сетями передачи данных.

Адресация в сети строится по телефонному принципу. Номер ISDN состоит из 15 десятичных цифр и включает в себя код страны, код сети и код местной подсети. Код страны такой же, как в обычной телефонной сети. По коду сети выполняется переход в заданную сеть ISDN. Внутри подсети для адресации используется 35 десятичных цифр, что позволяет детально идентифицировать любое устройство.

Возможно, в перспективе сеть ISDN будет глобальной цифровой магистралью, соединяющей как офисные, так и домашние компьютеры (и другую цифровую аппаратуру), и предоставляющей их владельцам высокоскоростную передачу данных.

Основным достоинством сетей ISDN является то, что они позволяют объединить в единое целое различные виды связи (передачу видео-, аудиоданных). Можно, например, одновременно осуществлять связь нескольких видов: беседовать по видеотелефону и по ходу разговора выводить на экран компьютера схемы, графики, тексты и т. д. Скорости передачи данных, реализуемые сетью: 64 Кбит/с, 128 Кбит/с, в более дорогих системах и до 2 Мбит/с, а в мощных сетях на широкополосных каналах связи до 155 Мбит/с.

Компоненты сетей ISDN

Компонентами сетей ISDN являются (рис. 11.8) терминалы (terminals), терминальные адаптеры (terminal adapters, ТА), сетевые терминалы (network termination devices), линейные терминалы (line-termination equipment) и магистральные устройства (exchange-termination equipment).

Специализированные ISDN-терминалы TE1 обеспечивают представление данных пользователю и непосредственное подключение пользователя к интегрированной сети. Простые терминалы TE2 представляют собой терминалы в обычном понимании этого термина и не выполняют непосредственного подключения пользователя к сети ISDN.

Терминальный адаптер ТА обеспечивает подключение простых терминалов к сети ISDN. Точка сопряжения R используется для подключения простых терминалов к терминальным адаптерам.

Сетевые терминалы NT1 и NT2 обеспечивают подключение терминалов пользователя к различным точкам сопряжения сети ISDN. Точка сопряжения S используется для подключения терминалов пользователя к сетевому терминалу. Сетевой терминал NT2 осуществляет взаимодействие с сетью терминалов пользователя, которые подключены к магистрали S. Точка сопряжения T используется для подключения сетевых терминалов NT1 и NT2. Точка сопряжения U служит для подключения сетевого терминала NT1 к коммутатору ISDN.

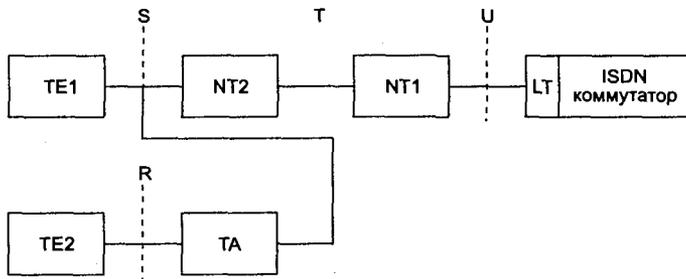


Рис. 11.8. Физическая структура сети ISDN

Пользовательские интерфейсы сетей ISDN

Пользователь может соединяться с сетью как по цифровым, так и по аналоговым каналам, в последнем случае на входе сети выполняется аналого-цифровое, а на выходе сети цифро-аналоговое преобразование информации.

Внутрисетевой интерфейс базируется на цифровых каналах трех типов:

- ❑ В — основной канал передачи пользовательских данных со скоростью передачи данных 64 Кбит/с;
- ❑ D — канал передачи управляющей (адресной) информации, на основании которой выполняется коммутация каналов (может передавать и пользовательские данные с низкой скоростью) со скоростью передачи 16 или 64 Кбит/с;
- ❑ H — канал высокоскоростной передачи пользовательских данных со скоростями 384 Кбит/с (канал H0), 1536 Кбит/с (канал H11), 1920 Кбит/с (канал H12).

На основании этих каналов сеть ISDN поддерживает два типа пользовательских интерфейсов.

1. Начальный пользовательский интерфейс (BRI, Basic Rate Interface) выделяет пользователю два канала В для передачи данных и один канал D (16 Кбит/с) для передачи управляющей информации (формат 2В+D) и обеспечивает общую пропускную способность 192 Кбит/с. Данные по интерфейсу передаются 48-битовыми кадрами. Передача кадра длится 250 мс, что обеспечивает пропускную способность каналов В равной 64 Кбит/с, а канала D — 16 Кбит/с.

Возможно использование не только формата 2B+D, но и B+D, и просто D. Протокол физического уровня построен по стандарту I.430/431. Различные каналы пользователя могут мультиплексировать (разделять) один физический канал по технологии TDM (Time Division Multiplexing).

2. Основной пользовательский интерфейс — интерфейс первичной скорости (PRI, Primary Rate Interface) обеспечивает пользователей более скоростной передачей данных, выделяя ему ресурсы по форматам 30B+D (в Европе) или 23B+D (на других континентах). Суммарная пропускная способность составляет 2048 Кбит/с в Европе и 1544 Кбит/с на других континентах (в принципе, соответствующей настройкой системы можно реализовать и другие форматы: при одном D устанавливать любое значение B, но не более 31). В интерфейсе PRI могут использоваться и каналы H, но общая пропускная способность не должна превышать 2048 Кбит/с (то есть для каналов H11 и H12 возможен только формат H+D). Основным пользовательский интерфейс применяется в сетях N-ISDN (narrowband). При использовании широкополосных каналов связи могут быть организованы более мощные сети D-ISDN (broadband), способные передавать данные со скоростью 155 000 Кбит/с.

Интеграция разнородных трафиков в сети ISDN выполняется по принципу временного разделения (time division multiplexing — TDM).

Хотя основной режим сетей ISDN — работа с коммутацией каналов, в ней реализованы также службы, обеспечивающие работу с коммутацией пакетов, с трансляцией кадров (Frame Relay), по некоммутируемым (выделенным) цифровым каналам и по коммутируемой телефонной сети общего пользования.

Стек протоколов сетей ISDN

В сетях ISDN используются два отдельных стека протоколов для каналов D и каналов B (H). Для каналов D используются протоколы сети с коммутацией пакетов, причем определены только для трех нижних уровней.

На физическом уровне функционирует протокол по стандарту I.430/431 (при подключении сетевого терминала к коммутатору ISDN передаются кадры длиной 240 битов).

На канальном уровне управление процессами передачи данных осуществляется путем формирования вызовов. Управляющие команды, которые формируют вызов, передаются по каналам D. Для того чтобы обеспечить передачу управляющей информации вызова конкретному пользователю из группы, эта информация проходит на двух уровнях модели OSI — на канальном уровне и сетевом уровне. Для доставки управляющей информации на канальном уровне используется протокол LAP-D (Link Access Procedure D-channel) — один из протоколов множества HDLC (High-level Data Link Control Procedure), включающего в свой состав также протоколы LAP-B, используемые в сетях X.25, и LAP-M, работающие в современных модемах. Протоколы множества HDLC осуществляют передачу данных в виде кадров переменной длины. Начало и конец кадра помечается специальной последовательностью битов, которая называется флагом.

Кадр протокола LAP-D включает в себя 5 полей: FLAG, ADDRESS, CONTROL, DATA, FCS.

Поле DATA содержит передаваемое сообщение. Поле ADDRESS определяет тип передаваемой информации и может содержать физический адрес терминала (Terminal End point Identifier), с которым осуществляется промежуточное взаимодействие при передаче кадра.

Поле CONTROL содержит вспомогательную информацию для управления передачей:

- ❑ информационные кадры (Information Frames) — непосредственная передача управляющих сообщений сетевого уровня ISDN; в 16-разрядном поле CONTROL кадров данного типа размещаются 7-разрядные номера переданного и принятого кадра для обеспечения выполнения процедуры управления потоком;
- ❑ управляющие кадры (Supervisory Frames), предназначенные для управления процессом передачи информационных кадров и для разрешения проблем, связанных с потерями кадров в процессе передачи;
- ❑ нумерованные кадры (Unnumbered Frames), предназначенные для установления и разрывания логического соединения, согласования параметров линии и формирования сигналов о возникновении неустраняемых ошибок в процессе передачи данных информационными кадрами.

Поля FLAG и FCS — байты обрамления кадра, причем FCS содержит контрольную сумму кадра.

На сетевом уровне используется либо протокол X.25 (коммутаторы сетей ISDN выполняют роль коммутаторов X.25), либо протокол Q.931, выполняющий маршрутизацию с коммутацией каналов.

Для каналов В используется сеть с коммутацией каналов, причем в технологии ISDN определен только протокол физического уровня, соответствующий стандарту I.430/431.

На канальном и следующих уровнях управление осуществляется по указаниям, полученным по каналу D. Если же для канала D используется протокол Q.931, для канала В создается непрерывный физический канал.

Сети ISDN можно использовать при передаче данных, для объединения удаленных локальных сетей, для доступа к сети Интернет, для интеграции передачи разного вида трафика, в том числе видео и голосового. Терминальными устройствами сети могут быть цифровые телефонные аппараты, компьютеры с ISDN-адаптером, видео- и аудиооборудование.

Основные достоинства сетей ISDN:

- ❑ предоставление пользователю широкого круга качественных услуг: передача данных, телефония, объединение ЛВС, доступ к Интернету, передача видео- и аудиотрафика;
- ❑ использование обычных двухпроводных линий связи с мультиплексированием одного канала между несколькими абонентами;
- ❑ более высокая, чем при работе с традиционными модемами, скорость передачи информации по телефонным каналам связи — до 128 Кбит/с на один канал;
- ❑ эффективность эксплуатации в корпоративных сетях.

Недостатки сетей:

- большие единовременные затраты при создании и модернизации сети;
- синхронное использование каналов связи, не позволяющее динамически подключать к работающему каналу новых абонентов. Скоростной предел передачи данных — 2048 Кбит/с (в сети D-ISDN до 155 Мбит/с). Следует сказать, что для работы по цифровым каналам связи, особенно по выделенным цифровым каналам, существуют технологии, позволяющие передавать информацию с гораздо большими скоростями. Например, технологии SDH (Synchronous Digital Hierarchy) и SONET (Synchronous Optical NET) обеспечивают скорости передачи, в частности по волоконно-оптическому кабелю, до 2488 Мбит/с.

Сеть и технология X.25

Сеть X.25 является *классической полнопротокольной сетью*, разработанной Международной организацией по стандартизации (ISO). Эта сеть явилась базой информационного обмена региональных и общероссийских органов управления, иных корпоративных структур. Сети X.25, ориентированные на использование малых и больших компьютеров, существуют в сотнях городов России и базируются на инфраструктуре Ростелекома.

Главной особенностью сети X.25 является *использование виртуальных каналов* для обеспечения информационного взаимодействия между компонентами сети. Виртуальные каналы предназначены для организации вызова и непосредственной передачи данных между абонентами сети. Информационный обмен в сети X.25 во многом похож на аналогичный процесс в сетях ISDN и состоит из трех обязательных фаз:

- установление вызова (виртуального канала);
- информационный обмен по виртуальному каналу;
- разрывание вызова (виртуального канала).

Компонентами сети являются устройства трех основных категорий:

- терминальные устройства DTE (Data Terminal Equipment);
- сетевые терминалы DCE (Data Circuit-Terminating Equipment);
- магистральные коммутаторы PSE (Packet Switching Exchange).

Базовая технология X.25 не имеет развитых протоколов прикладного уровня и предоставляет пользователям в основном транспортные услуги передачи данных. Все, что требуется сверх передачи данных, должно быть организовано дополнительно, как надстройка над технологией. Стек протоколов стандарта X.25 включает в себя как обязательные только протоколы трех нижних уровней; протоколы, иногда указываемые для верхних уровней управления, носят лишь рекомендательный характер.

На физическом уровне используется протокол X.21. На канальном уровне функционирует LAP-B (Link Access Procedure Balanced) — один из протоколов множества HDLC, осуществляющих передачу данных в виде кадров переменной длины. Начало и конец кадра помечаются специальной последовательностью

битов, которая называется флагом. Протокол LAP-B описывает взаимодействие соседних узлов как процедуру с установлением соединения и подтверждением, при этом он решает следующие задачи:

- обеспечение передачи сообщений, содержащих любое количество битов и любые возможные комбинации битов — требование кодовой прозрачности;
- выполнение при передаче данных процедур, обнаруживающих ошибки, на приемной стороне;
- защиту от потерь или искажения компонентов сообщения при возникновении ошибки в передаваемой информации;
- поддержку работы как двухточечных, так и многоточечных физических цепей;
- поддержку работы и дуплексных, и полудуплексных линий связи;
- обеспечение информационного обмена при значительных вариациях времени распространения сигнала.

Для обеспечения дисциплины управления процессом передачи данных одна из станций, обеспечивающих информационный обмен, может быть обозначена как первичная, а другая (или другие) — как вторичные. Кадр, который посылает первичная станция, называется командой (command). Кадр, который формирует и передает вторичная станция, называется ответом (response).

Протоколы семейства HDLC осуществляют передачу данных в виде кадров переменной длины. Начало и конец кадра помечаются специальной последовательностью битов, которая называется флагом.

Структура кадра LAP-B

Кадр протокола LAP-B состоит из четырех полей: ADDRESS, CONTROL, DATA, FCS.

Поле DATA содержит передаваемые данные.

В поле ADDRESS располагается бит признака C/R (Command/Response), физические адреса принимающей и передающей станции.

Содержимое поля CONTROL определяет тип кадра:

- информационный;
- управляющий;
- нумерованный.

Вторичная станция иногда также передает кадр FRMR для того, чтобы указать на возникновение аварийной ситуации, которая не может быть разрешена путем повторной передачи искаженного кадра.

Режимы организации взаимодействия на канальном уровне

Вторичная станция сегмента может работать в двух режимах:

- режим нормального ответа;
- режим асинхронного ответа.

Вторичная станция, которая находится в режиме нормального ответа, начинает передачу данных только в том случае, если она получила разрешающую команду от первичной станции. Вторичная станция, которая находится в режиме асинхронного ответа, может по своей инициативе начать передачу кадра или группы кадров. Станции, которые сочетают в себе функции первичных и вторичных станций, называются комбинированными. Симметричный режим взаимодействия комбинированных станций называется сбалансированным режимом.

На сетевом уровне используется основной протокол X.25. Процесс сетевого уровня получает в свое распоряжение часть полосы пропускания физического канала в виде виртуального канала. Полная полоса пропускания канала делится в равных пропорциях между виртуальными каналами, которые активны в текущий момент. В сети X.25 существуют два типа виртуальных каналов — коммутируемые — SVC, виртуальные каналы и постоянные виртуальные каналы — PVC.

Пакет X.25 состоит как минимум из трех байтов, которые определяют заголовок пакета. Первый байт включает в себя 4 бита идентификатора общего формата и 4 бита номера группы логического канала. Второй байт содержит номер логического канала, а третий — идентификатор типа пакета.

Пакеты в сети бывают двух типов:

- управляющие пакеты;
- пакеты данных.

Тип пакета определяется значением младшего бита идентификатора типа пакета.

Сетевые адреса получателя и отправителя пакета состоят из двух частей:

- Data Network Id Code (DNIC) — содержит 4 десятичные цифры, определяющие код страны и номер провайдера;
- Network Terminal Number — содержит 10 или 11 десятичных цифр, которые провайдер назначает для идентификации конкретного пользователя.

Протоколы более высоких уровней стандартом не регламентируются, но используются обычно дополнительно разработанные OSI-протоколы: на транспортном уровне — X.224, на сеансовом уровне — X.225, на уровне представления — X.226 и на прикладном уровне — X.400 (протокол передачи электронной почты), CMIP (Common Management Information Protocol) — общий информационный протокол управления, FTAM (File Transfer, Access and Management) — протокол передачи, доступа и управления файлами и т. д.

Сеть использует коммутацию пакетов и является одной из самых распространенных корпоративных сетей этого типа. Ее популярность определяется прежде всего тем, что она, в отличие от Интернета, дает гарантии коэффициента готовности сети (одного из показателей надежности). Сеть X.25 хорошо работает на ненадежных линиях связи благодаря применению протоколов подтверждения установления соединений и коррекции ошибок на двух уровнях: канальном и сетевом.

В сетях X.25 наиболее развиты протоколы канального и сетевого уровней. На канальном уровне поток данных структурируется на кадры (*фреймы*), каждый кадр обрамляется флагами (операторными скобками, уникальными кодами) и содержит служебную информацию (поле адреса, поле управления с последовательным номером кадра и поле контрольной суммы для проверки достоверности)

и поле данных. Здесь же выполняется управление потоком данных между соседними узлами сети, определяется оптимальный по скорости режим передачи, исходя из протяженности канала и его качества, осуществляется контроль за появлением ошибок. Контроль за ошибками производится во всех узлах сети. При передаче данных каждому транзитному узлу присваивается порядковый номер и после проведения контроля, одновременно с отправкой пакета на следующий узел, предыдущему передается сообщение о подтверждении приема. При обнаружении ошибок выполняется повторная передача информации.

На сетевом уровне происходит объединение (мультиплексирование) кадров, передаваемых из разных каналов в один поток. При этом общий поток снова структурируется — разбивается на пакеты, выполняется маршрутизация пакетов на базе информации, содержащейся в их заголовках.

Фрагментацию, а затем восстановление пакетов выполняет специальное устройство «сборщик-разборщик пакетов» (PAD, Packet Assembler-Disassembler). Кроме процедур сборки-разборки PAD производит управление процедурами установления соединения и разъединения по всей сети с нужными компьютерами, формирование и передачу старт-стоповых кодов и битов проверки на четность, продвижение пакетов по сети.

Доступ пользователей к сети X.25 может осуществляться в монопольном и пакетном режимах. Простые терминалы пользователей, например кассовые аппараты, банкоматы, можно подключать к сети непосредственно через PAD. Эти терминалы бывают как встроенными, так и удаленными, в последнем случае может использоваться интерфейс RS-232C.

К достоинствам сети X.25 можно отнести следующее:

- в сети *обеспечивается гарантированная доставка пакетов*;
- высокая надежность сети ввиду постоянного эффективного контроля за появлением ошибок и наличия механизма альтернативной маршрутизации, с помощью которого помимо основного маршрута просчитываются и несколько резервных;
- возможность работы как по аналоговым, так и по цифровым каналам, как по выделенным, так и коммутируемым каналам;
- возможность в режиме реального времени разделения одного физического канала доступа между несколькими абонентами (оплата будет производиться в этом случае не за все время соединения, а только за время передачи информации пользователя).

Недостатки сети:

- невысокая, обусловленная развитыми механизмами контроля достоверности информации, скорость передачи данных — обычно в пределах от 56 Кбит/с до 64 Кбит/с;
- невозможность передавать чувствительный к временным задержкам трафик (оцифрованный голос, видеоинформацию), обусловленная необходимостью частой повторной передачи искаженных кадров в каналах связи плохого качества, вследствие чего в сети возникают непредвиденные задержки передачи.

Сеть и технология Frame Relay

Технология Frame Relay (FR, **ретрансляция кадров**) ориентирована на использование в сетях с коммутацией пакетов. Сама технология охватывает только физический и канальный уровни OSI. Сетью Frame Relay принято считать любую сеть, использующую на нижних двух уровнях управления одноименную технологию. Основное отличие Frame Relay от X.25 — в механизме обеспечения достоверности информации. Сеть X.25 разрабатывалась с учетом плохих аналоговых каналов связи, имевшихся в то время, и поэтому в ней приняты весьма трудоемкие меры по обеспечению достоверности, требующие для своей реализации больших временных затрат. Именно поэтому сеть X.25 является сетью с гарантированной доставкой информации.

Технология FR разрабатывалась с учетом уже достигнутых в телекоммуникациях высоких скоростей передачи данных и низкого уровня ошибок в современных сетях. Таким образом, сеть Frame Relay ориентирована на хорошие цифровые каналы передачи информации и в ней отсутствует проверка выполнения соединения между узлами и контроль достоверности информации (контроль за появлением ошибок) на канальном уровне, а именно на этом уровне в FR выполняется мультиплексирование потока данных в кадры. Каждый кадр канального уровня содержит заголовок, который используется для маршрутизации трафика. Контроль достоверности передачи осуществляется на верхних уровнях модели OSI. При обнаружении ошибки повторная передача кадра не производится, а искаженный кадр просто выбрасывается.

Таким образом в сети Frame Relay обеспечивается *гарантированная согласованная скорость передачи информации*. Скорость передачи может быть весьма большой: в диапазоне от 56 Кбит/с до 44 Мбит/с, но без гарантии достоверности доставки.

Компонентами сети Frame Relay являются устройства трех основных категорий:

- устройства DTE (Data Terminal Equipment);
- устройства DCE (Data Circuit-Terminating Equipment);
- устройства FRAD (Frame Relay Access Device).

Так же как и в сети X.25, основу Frame Relay составляют виртуальные каналы (virtual circuits). Виртуальный канал в сети Frame Relay представляет собой логическое соединение, создаваемое между двумя устройствами DTE в сети Frame Relay и используемое для передачи данных.

В сети Frame Relay используется два типа виртуальных каналов — коммутируемые (SVC) и постоянные (PVC).

Коммутируемые виртуальные каналы представляют собой временные соединения, предназначенные для передачи импульсного трафика между двумя устройствами DTE в сетях Frame Relay. Процесс передачи данных с использованием SVC состоит из четырех последовательных фаз:

- установление вызова (Call Setup) — на этом этапе организуется виртуальное соединение между двумя DTE;
- передача данных (Data Transfer) — непосредственная передача данных;

- ожидание (Idle) — передача данных через уже существующее виртуальное соединение не производится; если период ожидания превысит установленное значение, соединение может быть завершено автоматически;
- завершение вызова (Call Termination) — выполняются операции, необходимые для завершения соединения.

Постоянные каналы представляют собой постоянное соединение, обеспечивающее информационный обмен между двумя DTE-устройствами. Процесс передачи данных по каналу PVC имеет всего две фазы: передача данных и ожидание.

Для обозначения виртуальных каналов в сети Frame Relay используются идентификаторы DLCI (Data-Link Connection Identifier), выполняющие ту же роль, что и номера логического канала в сетях X.25. DLCI определяет номер виртуального порта для процесса пользователя.

В технологии Frame Relay задействуются протоколы только на физическом и канальном уровнях. Протокол физического уровня описывается весьма распространенным стандартом I.430/431.

Протоколом канального уровня в Frame Relay является LAP-F — весьма упрощенная версия протокола LAP-D, описывающего взаимодействие соседних узлов либо как процедуру без установления соединения, либо как процедуру с установлением соединения без подтверждения.

На остальных уровнях могут работать протоколы любых сетей с коммутацией пакетов. В частности, с технологией Frame Relay хорошо согласуются стек протоколов TCP/IP и протоколы сети X.25.

Протокол LAP-F в сетях Frame Relay имеет два режима работы: основной и управляющий. В основном режиме кадры передаются без преобразования и контроля, как в обычных коммутаторах. Поэтому достигается высокая производительность, тем более что подтверждения передачи не требуется.

Упрощена и процедура передачи пакетов из локальных сетей: они просто вкладываются в кадры канального уровня, а не в пакеты сетевого уровня, как в X.25.

Кадр протокола Frame Relay содержит минимально необходимое количество служебных полей. Его формат, реализованный в соответствии с протоколом HDLC, показан ниже.

Флаг — 1 байт	Заголовок кадра — 2 байта	Данные	FCS — 2 байта	Флаг — 1 байт
------------------	------------------------------	--------	------------------	------------------

В поле заголовка кадра размещается информация, используемая для управления виртуальными соединениями и процессами передачи данных в сети (в частности, поле адреса, содержащее адреса сетевых узлов источника и получателя кадра).

Поле данных в кадре Frame Relay имеет переменную длину (но не более 8000 байтов, большинство сетей Frame Relay работает с кадрами длиной 1024 байта) и предназначено для переноса блоков данных протоколов верхних уровней. Поле FCS содержит 16-разрядную контрольную сумму всех полей кадра Frame Relay, за исключением поля «флаг».

Проверка достоверности преобразования информации в сетях Frame Relay должна выполняться, как уже упоминалось, на верхних уровнях управления. В этом отношении технология Frame Relay подобна основным технологиям локальных сетей, таким как Ethernet, Token Ring, FDDI, которые тоже искаженные кадры не корректируют, а просто выбрасывают.

Поддержка «качества обслуживания» обеспечивается *выполнением заказа качества обслуживания*, в котором указывается согласованная скорость передачи данных (Committed Information Rate) и некоторые дополнительные параметры: гарантируемый объем передаваемых данных (committed burst size) и негарантируемый объем передаваемых данных (excess burst size). Если пользователь сам нарушает согласованную скорость ввода информации в сеть, кадр с такой информацией получает низший приоритет обслуживания и ему не гарантируется качество обслуживания, он может быть даже выброшен из сети в случае перегрузки последней.

Использование технологии Frame Relay

Технология Frame Relay имеет в корпоративных и территориальных сетях очень широкое применение, примерно такое же, какое в локальных сетях имеет технология Ethernet. У них много общего: и та, и другая технология предоставляет сети только быстрые базовые транспортные услуги доставки дейтаграмм (кадров, пакетов) без гарантии достоверности доставки; обе отбрасывают дейтаграммы, содержащие ошибки, без попыток их восстановления. На вышестоящих уровнях управления сети в случае обнаружения ошибки может быть предпринята попытка ее исправления, но обычно эта попытка приводит к необходимости перезагрузки сети.

Но надо сказать, что надежность работы всех компонентов сети очень высока: имеются средства внутренней эффективной диагностики состояния компонентов, неработоспособные компоненты сразу блокируются, и поток кадров идет в обход их. На магистральных каналах сети обычно используются волоконно-оптические кабели, а на каналах доступа (так называемая «последняя миля») может быть проложена витая пара, но с вероятностью искажения данных не хуже 10^{-6} .

По сетям Frame Relay возможна передача видео- и голосовой информации, так как при использовании хороших каналов связи задержки передачи возникают крайне редко, и они минимальны. Для передачи речи применяются специальные голосовые маршрутизаторы, которые голосовому трафику обеспечивают наивысший приоритет, а сам трафик разбивается на короткие кадры со временем передачи каждого кадра примерно 5–10 мс.

Основные способы доступа к сетям:

- выделенные каналы связи;
- каналы ISDN для передачи голосового трафика;
- коммутируемые телефонные линии, но через сети X.25.

Достоинства технологии Frame Relay:

- гарантированное качество обслуживания — гарантированная согласованная скорость передачи данных;

- высокая надежность функционирования сети;
- возможность передавать чувствительный к временным задержкам трафик: оцифрованный голос, видеоинформацию;
- простые и достаточно дешевые средства управления.

Недостатки технологии:

- использует дорогостоящие качественные каналы связи;
- не обеспечивается достоверность доставки кадров (возможна потеря кадров в процессе передачи);
- возможна перегрузка отдельных узлов сети ввиду отсутствия повсеместного эффективного контроля трафика.

Сеть и технология ATM

Технология ATM (Asynchronous Transfer Mode – **режим асинхронной передачи**) – это одна из самых перспективных технологий построения высокоскоростных сетей любого класса, от локальных до глобальных. Термин «асинхронный» в названии технологии указывает на ее отличие от синхронных технологий с фиксированным распределением пропускной способности канала между информационными потоками (например ISDN). Первоначально (на рубеже 80–90-х годов) технология разрабатывалась для замены известной технологии Synchronous Digital Hierarchy (SDH, синхронная цифровая иерархия), имеющей ряд недостатков, но и по сей день широко используемой при построении волоконно-оптических широкополосных магистралей (одна магистраль Санкт-Петербург–Москва многого стоит) и обеспечивающей самые высокие скорости передачи.

В качестве транспортного механизма ATM лежит технология широкополосной ISDN (B-ISDN, Broadband ISDN), призванная обеспечить возможность создания единой, универсальной, высокоскоростной сети взамен множества сложных неоднородных существующих сетей. Частично ей это уже удалось. Технология ATM, как уже говорилось, используется в сетях любого класса, для передачи любых видов трафика: как низко- и среднескоростного (факсы, почта, данные), так и высокоскоростного в реальном масштабе времени (голос, видео); технология работает с самыми разнообразными терминалами и по самым разным каналам связи.

Основные компоненты сети ATM:

- ATM-коммутаторы, представляющие собой быстродействующие специализированные вычислительные устройства, которые аппаратно реализуют функцию коммутации ячеек ATM между несколькими своими портами;
- устройства Customer Premises Equipment (CPE), обеспечивающие адаптацию информационных потоков пользователя при передаче с привлечением технологии ATM.

Для передачи данных в сети ATM организуется виртуальное соединение – virtual circuit (VC). В пределах интерфейса NNI виртуальное соединение определяется уникальным сочетанием идентификатора виртуального пути (virtual path identifier) и идентификатора виртуального канала (virtual circuit identifier). Виртуальный

канал представляет собой фрагмент логического соединения, по которому производится передача данных одного пользовательского процесса. Виртуальный путь представляет собой группу виртуальных каналов, которые в пределах данного интерфейса имеют одинаковое направление передачи данных.

Коммутатор АТМ состоит из:

- коммутатора виртуальных путей;
- коммутатора виртуальных каналов.

Эта особенность организации АТМ обеспечивает дополнительное увеличение скорости обработки ячеек. АТМ-коммутатор анализирует значения, которые имеют идентификаторы виртуального пути и виртуального канала у ячеек, поступающих на его входной порт, и направляет эти ячейки на один из выходных портов. Для определения номера выходного порта коммутатор использует динамически создаваемую таблицу коммутации.

Первоначально стандарт D-ISDN определял для сети АТМ два интерфейса:

- UNI (User-to-Network Interface) — интерфейс пользователь–сеть;
- NNI (Network-to-Network Interface) — интерфейс сеть–сеть,

Но затем «Форум АТМ» (есть и такой) добавил еще интерфейс взаимодействия оборудования АТМ с устройствами локальных сетей.

Передача информации в сетях АТМ происходит после предварительного установления соединений, выполняемого высокоскоростными коммутаторами АТМ. Коммутаторы создают широкополосный физический канал, в котором динамически можно формировать более узкополосные виртуальные подканалы. Передаются по каналу не кадры, не пакеты, а ячейки (cells). Ячейка представляет собой очень короткие последовательности байтов — размер ячейки составляет 53 байта, включая заголовок (5 байтов).

Размер ячейки выбран в результате компромисса между требованиями, предъявляемыми компьютерными сетями — больший размер ячейки, и требованиями голосового трафика — меньший размер ячейки. Время заполнения квантами голосового сигнала ячейки длиной 48 байтов составляет примерно 6 мс, что является пределом временной задержки, заметно не искажающей голосовой трафик.

Формат ячейки АТМ

Ячейка состоит из двух частей: поля заголовка (занимает 5 байтов) и поля данных (занимает 48 байтов).

В заголовке ячейки содержатся следующие поля:

- Virtual path identifier (VPI);
- Virtual circuit identifier (VCI);
- Payload type (PT);
- Congestion Loss Priority (CLP);
- Header Error Control (HEC).

Идентификаторы VPI и VCI используются для обозначения виртуальных соединений ATM. В поле PT располагается информация, определяющая тип передаваемых данных. CLP — бит понижения приоритета — помечает кадры, которые при возникновении ситуации перегрузки должны быть уничтожены в первую очередь. Поле GFC содержит только ячейки ATM, которые передаются через интерфейс UNI (содержимое этого поля используется в тех случаях, когда один интерфейс ATM UNI обслуживает несколько станций одновременно). Поле HEC хранит проверочную контрольную сумму четырех предыдущих байтов заголовка.

Технология ATM совмещает в себе подходы двух технологий — коммутации пакетов и коммутации каналов. От первых заимствована передача адресуемых пакетов, от вторых — минимизация задержек в сети ввиду пакетов малого размера.

В предшествовавших ISDN технологиях синхронной передачи было невозможно перераспределять пропускную способность канала между подканалами — в период простоя подканала общий канал все равно вынужден был передавать нулевые байты, так как синхронная система не позволяла нарушать последовательности передаваемых данных. В случае передачи пакетов с индивидуальными адресами, как это принято в компьютерных сетях, последовательность передачи пакетов не важна. На этом принципе и была построена система асинхронной передачи по ATM-технологии. В ней можно по подканалам передавать ячейки в любой последовательности, а поскольку размер ячеек очень мал, достигается гибкость перераспределения нагрузки между подканалами и значительно увеличивается пропускная способность системы. У получателя ячейки собираются вместе и объединяются в сообщение — так же, как это делается в компьютерных сетях. Скорость передачи увеличивается и из-за того, что в процессе передачи ячеек их маршрутизация не производится, высокоскоростные коммутаторы ATM выполнили предварительное формирование канала.

Скорость передачи данных по каналам ATM лежит в пределах от 155 Мбит/с до 2200 Мбит/с. При скорости 155 Мбит/с время передачи ячейки длиной 53 байта составит менее 3 мкс.

ATM-технология рассчитана на работу с трафиками разного типа. Тип трафика характеризуется:

- наличием или отсутствием пульсаций во времени;
- требованием синхронизации данных между передающей и принимающей сторонами;
- типом протокола, передающего данные, — с установлением предварительного соединения или без него.

В существующих спецификациях технологии определены 5 классов трафика:

- класс А — синхронный трафик с предварительным установлением соединения и постоянной битовой скоростью (отсутствие пульсаций). Примеры: голосовой и видеотрафик;
- класс В — синхронный трафик с предварительным установлением соединения и переменной битовой скоростью (наличие пульсаций). Примеры: сжатый аудио- и видеотрафик;

- ❑ класс С — асинхронный трафик с предварительным установлением соединения и переменной битовой скоростью (наличие пульсаций). Примеры: трафик компьютерных сетей с коммутацией пакетов (X.25, Frame Relay, TCP/IP и т. д.);
- ❑ класс D — асинхронный трафик без предварительного установления соединения и переменной битовой скоростью (наличие пульсаций). Примеры: трафик компьютерных сетей типа Ethernet и т. п.;
- ❑ класс X — тип трафика определяется пользователем.

Структурная схема сети на основе технологии ATM показана на рис. 11.9.

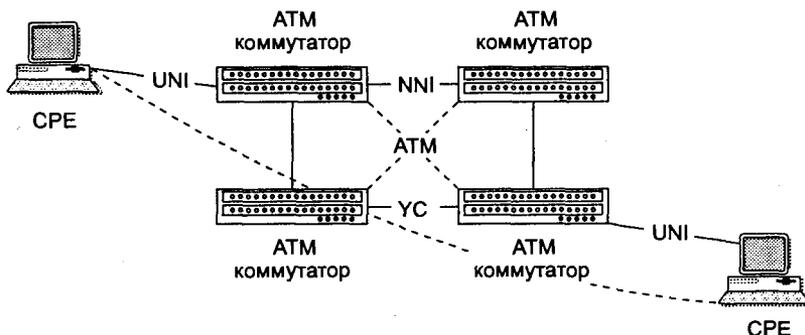


Рис. 11.9. Структурная схема сети ATM

Техническое обеспечение информационно-вычислительных сетей

Структурно ИВС содержит:

- ❑ компьютеры (хост-компьютеры, сетевые компьютеры, рабочие станции, серверы), размещенные в узлах сети;
- ❑ аппаратуру и каналы передачи данных, с сопутствующими им периферийными устройствами;
- ❑ интерфейсные платы и устройства (сетевые платы, модемы);
- ❑ маршрутизаторы и коммутационные устройства.

Серверы и рабочие станции

В сетях могут объединяться как однопользовательские мини- и микрокомпьютеры (в том числе и персональные), оснащенные терминальными устройствами для связи с пользователем или выполняющие функции коммутации и маршрутизации сообщений, так и мощные многопользовательские компьютеры (мини-компьютеры, большие компьютеры). Последние выполняют эффективную обработку данных и дистанционно обеспечивают пользователей сети всевозможными информационно-вычислительными ресурсами. В локальных сетях эти функции реализуют серверы и рабочие станции.

Рабочая станция (*workstation*) — подключенный к сети компьютер, через который пользователь получает доступ к ее ресурсам. Часто рабочую станцию (равно как и пользователя сети, и даже прикладную задачу, выполняемую в сети) называют клиентом сети. В качестве рабочих станций могут выступать как обычные и мощные компьютеры, так и специализированные — «сетевые компьютеры» (NET PC — Network Computer).

Рабочая станция сети на базе обычного компьютера функционирует как в сетевом, так и в локальном режимах. Она оснащена собственной операционной системой и обеспечивает пользователя всем необходимым для решения прикладных задач. Рабочие станции иногда специализируют для выполнения графических, инженерных, издательских и других работ. В этом случае они должны строиться на базе мощного компьютера, имеющего два процессора, емкий и быстродействующий жесткий диск с интерфейсом SCSI, хороший 19–21-дюймовый монитор (а иногда и оснащенные соответствующей графической платой два монитора — например, один для отображения проекта, а второй для отображения меню или сообщений электронной почты).

Рабочие станции на базе сетевых компьютеров могут функционировать, как правило, только в сетевом режиме при наличии в сети сервера приложений. Отличие **сетевого компьютера** (Network Personal Computer — NET PC) от обычного в том, что он максимально упрощен: классический NET PC не содержит дисковой памяти (часто его называют бездисковым ПК). Он имеет упрощенную материнскую плату, основную память, а из внешних устройств присутствуют только дисплей, клавиатура, мышь и сетевая карта обязательно с чипом ПЗУ BootROM, обеспечивающим возможность удаленной загрузки операционной системы с сервера сети (это классический «тонкий клиент» сети). Для работы, например, в интранет-сети такой компьютер должен иметь столько вычислительных ресурсов, сколько требует web-браузер.

Поскольку оставить клиента сети совсем без возможностей локального использования компьютера, например, для работы в текстовом или табличном процессоре со своим персональным «рабочим столом», не совсем гуманно, то иногда используются версии сетевого компьютера, имеющего небольшую дисковую память. Сменные дисководы и дисководы для сменных дисков должны отсутствовать в целях обеспечения информационной безопасности: чтобы через них не занести в сеть (или вынести) нежелательную информацию — программы, данные, компьютерные вирусы. Конструктивно NET PC выполнены в виде компактного системного блока — подставки под монитор (Network Computer TC фирмы Boundless Technologies) или встроенной в монитор системной платы (NET PC Wintern фирмы Wyse Technology).

Сервер (*server*) — это выделенный для обработки запросов от всех рабочих станций сети многопользовательский компьютер, предоставляющий этим станциям доступ к общим системным ресурсам (вычислительным мощностям, базам данных, библиотекам программ, принтерам, факсам и т. д.) и распределяющий эти ресурсы. Сервер имеет свою сетевую операционную систему, под управлением которой и происходит совместная работа всех звеньев сети. Из наиболее важных требований, предъявляемых к серверу, следует выделить высокую производительность и надежность работы.

Сервер, кроме предоставления сетевых ресурсов рабочим станциям, может и сам выполнять содержательную обработку информации по запросам клиентов — такой сервер часто называют сервером приложений. *Сервер приложений* — это работающий в сети мощный компьютер, имеющий программное обеспечение (приложения), с которым могут работать клиенты сети. Существуют два варианта использования сервера приложений. Приложение по запросу клиента может загружаться по сети в рабочую станцию и выполняться там (такая технология иногда называется «толстым клиентом»); на рабочую станцию по запросу допускается загружать не только программу-приложение, но и нужную операционную систему (удаленная загрузка компьютера), но для этого необходимо наличие на компьютере пользователя сетевой карты с сетевым ПЗУ. Приложение по запросу пользователя может в другом варианте выполняться непосредственно на сервере, а на рабочую станцию тогда передаются лишь результаты работы (технология иногда называется «тонким клиентом» или «режимом терминала»).

Серверы в сети часто специализируются.

Специализированные серверы используются для устранения наиболее «узких» мест в работе сети: это создание и управление базами данных и архивами данных, поддержка многоадресной факсимильной связи и электронной почты, управление многопользовательскими терминалами (принтеры, плоттеры) и т. д.

Примеры специализированных серверов:

1. *Файл-сервер* (File Server) предназначен для работы с базами данных, имеет объемные дисковые запоминающие устройства, часто на отказоустойчивых дисковых массивах RAID емкостью до терабайта.
2. *Сервер резервного копирования* (Storage Express System) применяется для резервного копирования информации в крупных многосерверных сетях, использует накопители на магнитной ленте (стримеры) со сменными картриджами емкостью до 5 Гбайт; обычно выполняет ежедневное автоматическое архивирование со сжатием информации от серверов и рабочих станций по сценарию, заданному администратором сети (естественно, с составлением каталога архива).
3. *Факс-сервер* (Fax server) — выделенная рабочая станция для организации эффективной многоадресной факсимильной связи, с несколькими факс-модемными платами, со специальной защитой информации от несанкционированного доступа в процессе передачи, с системой хранения электронных факсов (один из вариантов — Net SatisFAXion Software в сочетании с факс-модемом SatisFAXion).
4. *Почтовый сервер* (Mail Server) — то же, что и факс-сервер, но для организации электронной корреспонденции, с электронными почтовыми ящиками.
5. *Сервер печати* (Print Server) предназначен для эффективного использования системных принтеров.
6. *Серверы-шлюзы* в Интернет выполняют роль маршрутизатора, почти всегда совмещенную с функциями почтового сервера и сетевого брандмауэра, обеспечивающего безопасность сети.

7. *Прокси-сервер* (Proxy Server) — эффективное и популярное средство подключения локальных корпоративных сетей к сети Интернет. Прокси-сервер — компьютер, постоянно подключенный к сети Интернет, загружающий информацию из сети Интернет в базу данных и передающий ее дальше по локальной сети. Общение корпоративной сети с сетью Интернет происходит через прокси-сервер, поэтому эффективно организуется защита корпоративной информации, осуществляется контроль всех соединений с глобальной сетью, запрет общения с определенными сайтами Интернета, запрет использования ряда протоколов и получения определенных типов файлов, а также фильтрация данных, выполняемая с помощью защитных экранов (брандмауэров) сервера.

Компьютеры, имеющие непосредственный доступ в глобальную сеть, часто называют **хост-компьютерами**.

Маршрутизаторы и коммутирующие устройства

Основным назначением узлов коммутации является прием, анализ, а в сетях с маршрутизацией еще и выбор маршрута, и отправка данных по выбранному направлению. В общем случае узлы коммутации включают в себя и устройства межсетевого интерфейса.

Узлы коммутации вычислительных сетей содержат устройства коммутации (*коммутаторы*). Если они выполняют коммутацию на основе иерархических сетевых адресов, их называют *маршрутизаторами*.

Устройства коммутации занимают важное место в системах передачи информации в вычислительных сетях. С помощью устройств коммутации значительно сокращается протяженность каналов связи в сетях с несколькими взаимодействующими абонентами: вместо того, чтобы прокладывать несколько каналов связи от данного абонента ко всем остальным, можно проложить лишь по одному каналу от каждого абонента к общему коммутационному узлу. В связи с этим, если не предъявляются чрезвычайно жесткие требования к оперативности и достоверности передачи данных в вычислительных сетях, используются коммутируемые каналы связи.

Узлы коммутации осуществляют один из трех возможных видов коммутации при передаче данных:

- коммутацию каналов;
- коммутацию сообщений;
- коммутацию пакетов.

Сообщения и пакеты часто называют дейтаграммами.

Дейтаграмма (datagram) — это самостоятельный пакет данных (сообщение), содержащий в своем заголовке достаточно информации, чтобы его можно было передать от источника к получателю независимо от всех предыдущих и последующих сообщений.

Коммутация каналов

Между пунктами отправления и назначения устанавливается непосредственное физическое соединение путем формирования составного канала из последовательно соединенных отдельных участков каналов связи. Такой сквозной физической составной канал организуется в начале сеанса связи, поддерживается в течение всего сеанса и разрывается после окончания передачи. Формирование сквозного канала обеспечивается путем последовательного включения ряда коммутационных устройств в нужное положение постоянно на все время сеанса связи. Время создания такого канала сравнительно большое, и это один из недостатков данного метода коммутации. Образованный канал недоступен для посторонних абонентов. Монополизация взаимодействующими абонентами подканалов, образующих физический канал, обуславливает снижение общей пропускной способности сети передачи данных. И это при том, что образованный физический канал часто бывает недогружен.

Основные достоинства метода:

- возможность работы и в диалоговом режиме, и в реальном масштабе времени;
- обеспечение полной прозрачности канала.

Применяется метод коммутации каналов чаще всего при дуплексной передаче аудиоинформации (обычная телефонная связь — типичный пример).

Коммутация сообщений

Данные передаются в виде дискретных порций разной длины (сообщений), причем между источником и адресатом сквозной физической канал не устанавливается и ресурсы коммуникационной системы предварительно не распределяются. Отправитель лишь указывает адрес получателя. Узлы коммутации анализируют адрес и текущую занятость каналов и передают сообщение по свободному в данный момент каналу на ближайший узел сети в сторону получателя. В узлах коммутации имеются коммутаторы, управляемые связным процессором, который также обеспечивает временное хранение данных в буферной памяти, контроль достоверности информации и исправление ошибок, преобразование форматов данных, формирование сигналов подтверждения получения сообщения. Ввиду наличия буферной памяти появляется возможность устанавливать согласованную скорость передачи сообщения между двумя узлами. Прозрачность передачи данных в этом режиме только кодовая (битовая); временная прозрачность не обеспечивается. Вследствие этого фактора затруднена работа в диалоговом режиме и в режиме реального времени. Некоторые возможности реализации означенных режимов остаются реализуемыми лишь благодаря высокой скорости передачи и возможности выполнять приоритетное обслуживание заявок. Применяется этот вид коммутации в электронной почте, телеконференциях, электронных новостях и т. п.

Коммутация пакетов

В современных системах для повышения оперативности, надежности передачи и уменьшения емкости запоминающих устройств узлов коммутации длинные

сообщения разбиваются на несколько более коротких стандартной длины, называемых *пакетами* (иногда очень короткие сообщения, наоборот, объединяются вместе в пакет). Стандартный размер пакетов обуславливает соответствующую стандартную разрядность оборудования узлов связи и максимальную эффективность его использования. Пакеты могут следовать к получателю даже разными путями и непосредственно перед выдачей абоненту объединяются (разделяются) для формирования законченных сообщений. Этот вид коммутации обеспечивает наибольшую пропускную способность сети и наименьшую задержку при передаче данных. Недостатком коммутации пакетов является трудность, а иногда и невозможность его использования для систем, работающих в интерактивном режиме и в реальном масштабе времени. Хотя в последние годы в этом направлении достигнут заметный прогресс — активно развиваются технологии интернет-телефонии. Одно из направлений этой технологии — создание *виртуального канала* для передачи пакетов путем мультиплексирования во времени использования каждого узла коммутации. Временной ресурс порта узла разделяется между несколькими пользователями так, что каждому пользователю отводится постоянно множество минимальных отрезков времени и создается впечатление непрерывного доступа.

Коммутация сообщений и пакетов относится к логическим видам коммутации, так как при таком использовании формируется лишь логический канал между абонентами. При логической коммутации взаимодействие абонентов выполняется через запоминающее устройство, куда поступают сообщения от всех абонентов, обслуживаемых данным узлом. Каждое сообщение (пакет) имеет адресную часть, определяющую отправителя и получателя; в соответствии с адресом выбирается дальнейший маршрут и передается сообщение из запоминающего устройства узла коммутации.

Способ передачи, задействующий логическую коммутацию пакетов, часто требует наличия в центре коммутации специальных *связных* мини- или микрокомпьютеров, осуществляющих прием, хранение, анализ, разбиение, синтез, выбор маршрута и отправку сообщений адресату.

Коммутаторы применяются в узлах коммутации и в качестве межсетевого и внутрисетевого интерфейсов, выполняя функции моста — соединителя нескольких сегментов сети воедино.

В узлах коммутации могут использоваться также концентраторы и удаленные мультиплексоры. Их основное назначение состоит в объединении и уплотнении входных потоков данных, поступающих от абонентов по низкоскоростным каналам связи, в один или несколько более скоростных каналов связи и наоборот.

Маршрутизация в сетях

Как уже говорилось, в сетях с маршрутизацией информации возникает задача маршрутизации данных. В системах с коммутацией каналов и при создании виртуального канала маршрутизация организуется один раз при установлении начального соединения. При обычных режимах коммутации пакетов и сообщений маршрутизация выполняется непрерывно по мере прохождения данных от одного узла коммутации к другому.

Существует два основных способа маршрутизации: с предварительным установлением соединения, при котором перед началом обмена данными между узлами сети должна быть установлена связь с определенными параметрами, и динамический, использующий протоколы дейтаграммного типа, по которым сообщение передается в сеть без предварительного установления соединения.

Маршрутизация заключается в правильном выборе выходного канала в узле коммутации на основании адреса, содержащегося в заголовке пакета (сообщения).

Варианты адресации компьютеров в сети

Наибольшее распространение получили три варианта адресации:

- аппаратные адреса предназначены для сетей небольшого размера, поэтому они имеют простую неиерархическую структуру. Адреса могут быть закодированы в двоичной или в шестнадцатеричной системах счисления. Разрядность адреса может быть любой — это внутреннее дело конкретной сети или подсети. Присвоение аппаратных адресов происходит автоматически: либо они встраиваются в аппаратуру (модемы, адаптеры и т. д.), либо генерируются при каждом новом запуске оборудования;
- символьные адреса или имена предназначены для пользователей и поэтому должны нести смысловую нагрузку. В больших сетях такие адреса имеют иерархическую систему и состоят из отдельных доменов, идентифицируемых буквенными сокращенными наименованиями объектов, часто понятных пользователю (подобие доменных адресов в сети Интернет). Они могут иметь очень большую длину;
- числовые составные адреса фиксированного компактного формата. В качестве примера можно сослаться на IP-адреса в Интернете.

В современных сетях для адресации часто одновременно сочетаются все три варианта адресов. Пользователь указывает символьный адрес, который сразу же в сети заменяется на числовой (по таблицам адресов, хранимых на сервере имен сети). При поступлении передаваемых данных в сеть назначения числовой адрес заменяется на аппаратный. Возможная технология адресации сообщений заключается в следующем. Компьютер-отправитель посылает всем компьютерам сети широковещательное сообщение с просьбой опознать свое числовое имя. Оpozнавшему адрес компьютеру высылается аппаратный адрес, а затем и само сообщение.

Оптимальная маршрутизация обеспечивает:

- максимальную пропускную способность сети;
- минимальное время прохождения пакета от отправителя к получателю;
- надежность доставки и безопасность передаваемой информации.

Маршрутизация может быть централизованной и децентрализованной. Централизованная маршрутизация допустима только в сетях с централизованным управлением: выбор маршрута осуществляется в центре управления сетью и коммутаторы в узлах лишь реализуют поступившее решение. При децентрализованной маршрутизации функции управления распределены между узлами коммутации, в которых, как правило, имеется связующий процессор.

Методы маршрутизации

1. *Простая маршрутизация* при выборе дальнейшего пути для сообщения (пакета) учитывает лишь статическое априорное состояние сети, ее текущее состояние — загрузка и изменение топологии из-за отказов — не учитывается. Одно из направлений простой маршрутизации — лавинное отправление сообщения сразу по всем свободным каналам. О достоинствах такой маршрутизации говорить не приходится.
2. *Фиксированная маршрутизация* учитывает только изменение топологии сети. Для каждого узла назначения канал передачи выбирается по электронной *таблице маршрутов* (route table), определяющей кратчайшие пути и время доставки информации до пункта назначения. Эта маршрутизация используется в сетях с установившейся топологией.
3. *Адаптивная маршрутизация* учитывает и изменение загрузки, и изменение топологии сети. При выборе маршрута информация из таблицы маршрутов дополняется данными о работоспособности и занятости каналов связи, оперативной информацией о существующей очереди пакетов на каждом канале. В локальном варианте этой маршрутизации учитываются данные только о каналах, исходящих из текущего узла, а при распределенной адаптивной маршрутизации и данные, получаемые от соседних узлов коммутации.

Маршрутизаторы иногда называют зеркалами: они получают сообщения из одного участка сети, определяют получателя сообщения и передают это сообщение на другой участок сети. Они широко используются и в качестве межсетевых интерфейсов, обеспечивая соединение сетей на более высоком уровне, нежели мосты, поскольку им доступна информация о структуре сети и связях ее элементов между собой.

Маршрутизаторы обычно создаются на базе одного или нескольких процессоров и имеют специализированную операционную систему.

Концентраторы также используются для коммутации каналов в компьютерных сетях. Описанные при рассмотрении СТОД функции концентраторов — это один достаточно простой частный случай. В сетях основные функции концентратора заключаются в повторении сигналов (повторитель) и концентрировании в себе (концентратор) как в центральном устройстве функций объединения компьютеров в единую сеть. Их часто называют хабами или многопортовыми повторителями. Концентратор образует из подключенных к его портам отдельных физических сегментов сети общую среду передачи данных — некий логический сегмент, обладающий всеми функциями физического.

Концентраторы-хабы могут быть трех типов:

- пассивными, просто соединяющими сегменты сети одного типа, ничего нового не добавляя;
- активными, которые кроме соединения сегментов выполняют и усиление (регенерирование) сигналов (они, как и повторители, позволяют увеличить расстояние между соединяемыми устройствами);

- интеллектуальными, дополнительно к функциям активных хабов выполняющими маршрутизацию сигналов по сегментам (посылают данные только в те сегменты, для которых они предназначена) и обеспечивающими некоторые сервисные технологии, например, защиту информации от несанкционированного доступа, самодиагностику и автоматическое отключение плохо работающих портов и т. д.

Модемы и сетевые карты

Модем (МОдулятор-ДЕМодулятор) — устройство прямого (модулятор) и обратного (демодулятор) преобразования сигналов к виду, принятому для использования в определенном канале связи.

Модемы бывают самые разные, но в первую очередь их можно разделить на аналоговые и цифровые.

Аналоговые модемы

Это самые распространенные сейчас модемы. Первоначально аналоговый модем был предназначен для выполнения следующих функций:

- при передаче для преобразования широкополосных импульсов (цифрового кода) в узкополосные аналоговые сигналы;
- при приеме для фильтрации принятого сигнала от помех и детектирования, то есть обратного преобразования узкополосного аналогового сигнала в цифровой код.

Преобразование, выполняемое при передаче данных, обычно связано с их модуляцией.

Модуляция — это изменение какого-либо параметра сигнала в канале связи (модулируемого сигнала) в соответствии с текущими значениями передаваемых данных (модулирующего сигнала).

Демодуляция — это обратное преобразование модулированного сигнала (возможно, искаженного помехами при прохождении в канале связи) в модулирующий сигнал.

В современных модемах встречаются чаще всего три вида модуляции:

- частотная — FSK (Frequency Shift Keying);
- фазовая — PSK (Phase Shift Keying);
- квадратурная амплитудная — QAM (Quadrature Amplitude Modulation).

При частотной модуляции в соответствии с текущими значениями модулирующего сигнала (передаваемых данных) изменяется частота физического сигнала (обычно синусоидального) при неизменной его амплитуде. В простейшем случае значениям первого и нулевого битов данных соответствуют два значения частот, например 980 Гц и 1180 Гц, как было принято в одном из первых протоколов V.21 передачи данных. Частотная модуляция весьма помехоустойчива, так как при передаче искажается обычно лишь амплитуда сигнала.

При фазовой модуляции модулируемым параметром является фаза сигнала при неизменной частоте и амплитуде; помехоустойчивость фазомодулированного сигнала также высокая.

При чистой амплитудной модуляции сигнала его защищенность от помех крайне низкая, поэтому применяют более помехоустойчивую, но и более сложную квадратурную амплитудную модуляцию, при которой в такт передаваемым данным изменяются одновременно и фаза, и амплитуда сигнала.

Протоколы передачи данных

Передача данных и их преобразования в модемах выполняются в соответствии с принятыми протоколами.

Протокол передачи данных — это совокупность правил, регламентирующих формат данных и процедуры их передачи в канале связи. В протоколе, в частности, может подробно указываться, как представить данные, какой способ модуляции данных избрать с целью ускорения и защищенности их передачи, как выполнить соединение с каналом, преодолеть действующие в канале шумы и обеспечить достоверность передачи данных.

Стандарт обычно включает в себя совокупность протоколов, реже — один протокол. Официальным законодателем в области протоколов передачи данных для модемов является МККТТ — Международный консультативный комитет по телеграфии и телефонии (часто встречается в литературе его французская аббревиатура ССИТТ). Этот комитет недавно переименован в Международный союз телекоммуникаций (ITU — International Telecommunication Union).

Практически все модемные стандарты передачи данных установлены этой организацией; некоторые характеристики важнейших из них приведены в табл. 11.2.

Таблица 11.2. Протоколы передачи данных по телефонным каналам связи

Год появления	1964	1982	1986	1987	1990	1994	1995	1998
Код протокола МККТТ (ITU)	V.21	V.22	V.22 bis	V.32	V.32 bis	V.34	V.34 bis	V.90
Максимальная скорость передачи, бит/с;	300	1200	2400	9600	14 400	28 800	33 600	56 000
символов/с	47	141	282	1129	1694	3388	3952	6437
Вид модуляции	FSK	PSK	QAM	QAM	QAM	QAM	QAM	QAM

В протоколах передачи начиная с V.22 используются сложные методы кодирования данных, при которых в каждый момент времени элемент данных представлен не двумя, а большим количеством значений модулируемого параметра сигнала. Это позволило резко поднять скорость передачи данных, но ухудшило помехозащищенность сигналов.

Хотя при фильтрации сигнала, выполняемой при демодуляции, помехозащищенность повышается, этого оказалось недостаточно для эффективного подавления ошибок передачи данных, возникающих из-за помех и шумов в каналах связи. Поэтому в середине 80-х годов были предложены более действенные протоколы семейства MNP (Microsoft Network Protocol) защиты от ошибок, поддерживаемые в большинстве современных модемов. Эти протоколы основаны на использовании корректирующих кодов с обнаружением и исправлением ошибок, поэтому модемы существенно усложнились.

Этими же протоколами предусмотрено дальнейшее совершенствование модемов, связанное с внедрением в них функции *сжатия* данных, позволившей существенно поднять скорость передачи данных. Принцип сжатия данных основан на анализе потоков данных, замене часто встречающихся в передаваемом блоке символов двоичными кодами меньшей длины, чем коды, используемые для кодирования редко встречающихся символов, а также в определении повторяющихся последовательностей символов и передаче взамен них коротких блоков-описателей. Это еще более усложнило конструкцию модема.

Протоколы семейства MNP-1–MNP-10 в последние годы стали вытесняться протоколами LAPM (Link Access Procedure for Modem), V.42, V.42bis, позволяющими более эффективно выполнять коррекцию ошибок и сжатие данных.

Поддерживаемый в подавляющем большинстве современных модемов стандарт V.90 — это протокол дуплексной передачи информации, обеспечивающий скорость 56 000 бит/с и объединивший существовавшие долгое время спецификации X2 и K56flex. По этому протоколу модем может принимать данные со скоростью до 56 000 битов/с (реально, даже на хороших каналах связи, эта скорость недостижима), а передавать данные со скоростью до 33 600 бит/с. Стандарт V.90 предусматривает выполнение тестирования канала связи, позволяющего определить оптимальный для него режим работы модемов (несущая частота, полоса пропускания, скорость передачи, уровень передаваемого сигнала). В соответствии с этим стандартом начальное соединение осуществляется на минимальной скорости 300 бит/с — такая связь возможна даже на линиях самого низкого качества. В дальнейшем происходит идентификация модемов на обоих концах канала связи, определяется возможность поддержки протоколов коррекции ошибок и сжатия данных, тип используемой модуляции и выбирается эффективная скорость передачи данных.

Новый протокол V.92, не увеличивая скорость приема данных (56 Кбит/с — теоретический предел), поднимает максимальную скорость передачи данных до 48 Кбит/с. Из полезных нововведений нового протокола следует отметить:

- Quick Connect — уменьшение времени выполнения коммутированного соединения с Интернетом (почти в два раза);
- Modem on hold — функцию временного удержания соединения, которая делает возможным ответ на телефонный вызов в момент, когда телефонная линия оккупирована модемом, находящимся на связи. Телефонная линия не будет занята при работе в Интернете, и пользователь может ответить на телефонный вызов и вести разговор в течение 16 минут (или в течение интервала времени, разрешенного интернет-провайдером) без разрыва модемной связи.

Для передачи файлов установлены свои протоколы, регламентирующие дополнительно процедуры разбиения информации на блоки, использования кодов с автоматическим обнаружением и исправлением ошибок, повторной пересылки неверно принятых блоков, восстановления передачи после обрыва и т. д. К наиболее распространенным протоколам этой группы следует отнести протоколы XMODEM, YMODEM, Kermit, ZMODEM. Первые три не очень устойчиво работают на российских телефонных линиях, ZMODEM сейчас является, пожалуй, самым распространенным протоколом передачи файлов и с полным основанием может быть рекомендован для использования.

Разновидности модемов

Многие модемы, кроме обеспечения процедур передачи информации, выполняют и ряд других весьма полезных в системах телекоммуникаций функций, таких как:

- «оцифровка» голоса и обратная операция восстановления оцифрованного голоса (voice-модемы);
- прием и передача факсимильных сообщений (факс-модемы);
- автоматическое определение номера вызывающего абонента (АОН);
- функции автоответчика и электронного секретаря и т. д.

Поэтому современный модем кроме устройств модуляции и демодуляции (а иногда и вместо них) содержит специализированный микропроцессор, управляющий работой модема, оперативную и постоянную память, элементы звуковой и световой сигнализации о режимах работы модема и характеристиках канала связи. Постоянная память используется для сохранения конфигурации модема при выключении питания и часто может перепрограммироваться.

Современные модемы бывают двух классов.

Class 1 предполагает выполнение основной работы по приему и передаче сообщений компьютером с программой поддержки факсимильной связи. Модемы этого класса часто называются программными (software) модемами. Программные модемы бывают на шине PCI, а поскольку они работают только под управлением Windows, их называют также Win-модемами. В программных модемах часть их функций реализована не в виде микросхем, а заменена программой, которая выполняется центральным процессором ПК. Такая замена существенно удешевляет модем, но обуславливает некоторую дополнительную нагрузку на сам компьютер. Правда, при наличии процессора Pentium II и ОЗУ 32 Мбайт эта нагрузка практически незаметна. По некоторым (непроверенным) сведениям Win-модемы хуже работают на плохих телефонных линиях: возможностей настройки у них меньше, чем у аппаратных модемов, и чаще происходит обрыв связи.

Class 2 реализует все процедуры передачи и приема факсов средствами самого модема; естественно, модемы второго класса несколько дороже, но они более эффективны, особенно при работе в многозадачных операционных системах. Такие модемы часто называются аппаратными (hardware) модемами. Аппаратные модемы бывают на шине ISA и на шине PCI. PCI-модемы ввиду отсутствия логического COM-порта работают хорошо только под Windows, а для работы в DOS,

Linux и т. д. требуют специальные драйверы. ISA-модемы, еще недавно доминировавшие на рынке, сдают свои позиции ввиду отсутствия шины ISA на последних моделях материнских плат. Достоинство hard-модемов в том, что они просты в настройке, не занимают внутренних ресурсов ПК и хорошо «держат» плохие телефонные линии.

Существуют еще два типа современных и дешевых модемов: AMR (Audio and Modem Riser Card) и CNR (Communication and Networking Riser Card) модемы, которые могут работать только с новейшими Intel-чипсетам и с тональными набирателями номера.

Модемы различаются также:

- конструкцией — автономные и встраиваемые в аппаратуру;
- интерфейсом с каналом связи — контактные и бесконтактные (аудио);
- назначением — для разных каналов связи и систем, например для систем передачи только данных — **модемы**, для систем передачи данных и факсов — **факс-модемы** (правда, сегодня большинство фирм выпускают факс-модемы, а «чистые» модемы, без факсовых функций, практически уже не выпускаются);
- скоростью передачи — существует стандарт скоростей (шкала) передачи данных, соответствующий стандарту протоколов МККТТ для телефонных каналов связи. Он включает следующие скорости (в бит/с): 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 12 000, 14 400, 16 800, 19 200, 28 800, 33 600, 56 000. Сейчас в продаже в основном модемы со скоростью 56000 бит/с.

Ранее модемы выпускались каждый для определенной скорости работы; современные модемы более универсальны: некоторые из них (например, MT1932, MT2834 и т. д.) могут работать как с коммутируемыми, так и с некоммутируемыми каналами связи, поддерживают почти всю шкалу названных скоростей, имеют режимы модема и факс-модема. При плохих условиях работы модемы сами понижают свою скорость до достижения приемлемого уровня искажений.

Остановимся несколько подробнее на конструктивных разновидностях модемов: автономных и встраиваемых в аппаратуру. Автономные модемы часто называют внешними, а встраиваемые в аппаратуру — внутренними.

Внутренний модем представляет собой плату, вставляемую в разъем внутренней платы устройства, например в слот системной платы компьютера, имеющей евроразъем типа RJ-11 для подключения к телефонной линии связи.

Внешний модем — это самостоятельная конструкция, обычно в виде небольшой коробочки, оснащенная блоком питания, разъемами для подключения к аппаратуре (к последовательному порту компьютера — RS-232) и телефонному каналу (разъем RJ-11), а также панелью с индикаторами. Индикаторы дают информацию о режимах работы модема. Так, индикаторы показывают:

- MR (Modem Ready) — модем включен в сеть;
- OH (Off Hook) — модем «поднял трубку»;
- AA (Auto Answer) — модем отвечает на звонок телефона;
- CD (Carrier Detect) — модем определил другой модем в линии;

- DC (Data Compression) — выполняется процедура сжатия данных;
- EC (Error Control) — выполняется процедура контроля ошибок и т. д.

На внешнем модеме могут быть световые индикаторы его работы.

Некоторые внешние модемы имеют регулятор громкости звука, что тоже бывает не лишним. Поэтому, хотя внешний модем стоит обычно дороже внутреннего и требует автономного питания, иногда он предпочтительней.

Отдельно следует упомянуть модемы Pocket PC, PCMCIA и PC-Card для портативных компьютеров, позволяющие последним работать в системах телекоммуникаций и компьютерных сетях. В частности, модемы PCMCIA, поддерживающие протокол MNP-10, обеспечивают работу портативных ПК с электронной почтой и с сетью Интернет через мобильный радиотелефон.

На российском рынке широко представлены модемы фирм ZyXEL, U.S. Robotics (3Com), Genius, Rockwell, Motorola, Lucent, IDC и т. д. Наиболее популярны модемы первых двух фирм, в общем занимающие 75% рынка. Модемы тайваньской фирмы ZyXEL используют собственные эффективные протоколы защиты от ошибок ZyCell, обеспечивающие хорошую работу на весьма некачественных российских каналах связи, вплоть до каналов сотовой телефонии, и лучше других реализуют отправку и прием факсов, но они, как правило, дорогие. Модемы американской фирмы U.S. Robotics по популярности еще в 1996 году существенно уступали модемам ZyXEL, но сейчас уже значительно обошли их. Рост их популярности основан на хорошей работе в компьютерных сетях и невысокой стоимости, а также на том, что U.S. Robotics опередила ZyXEL с выпуском высокоскоростных модемов протоколов V.34 и V.90.

Сейчас компания U.S. Robotics выпускает модемы трех семейств:

- *Sportster* — недорогие модемы, оснащенные минимумом функций;
- *Courier* — профессиональные высокоскоростные модемы;
- *Worldport* — модемы, ориентированные на работу в сотовых линиях связи.

Многие типы модемов обеспечивают весьма разнообразные сервисные возможности. Например, модемы серии ZyXEL U, оснащенные фирменным программным обеспечением Zvoice, функции факса, автоответчика и АОН могут выполнять весьма эффективно в автоматическом режиме. Так, в ответ на телефонный звонок факс-модем «поднимет трубку», определит номер абонента, высветит его на экране; затем, как автоответчик, воспроизведет свое приветствие и проанализирует, кто с ним соединился. Если он услышит приветствие факса, то примет факс и, при наличии подключенного принтера, распечатает его. Если позвонит абонент, передающий данные, то факс-модем примет их и загрузит в подсоединенный к нему почтовый ящик (конечно, если таковой подключен). Если же позвонит по телефону человек, то речевое сообщение может быть записано на магнитный диск и прослушано позже через телефон. При автоматической рассылке факсов модем, если для него заранее подготовлен текст и список телефонов рассылки, самостоятельно будет обзванивать клиентов и отправлять им факсы, причем, если трубку снимет человек, то факс-модем вежливо «по-человечески» попросит его принять факс.

Модемы для цифровых каналов связи

Развивающиеся цифровые технологии передачи данных, обеспечивающие значительно большие скорости передачи и качество связи, предоставляющие пользователям существенно лучший сервис, требуют использования модемов иного класса — цифровых. Цифровые модемы более правильно называть сетевыми адаптерами, поскольку о классической модуляции-демодуляции сигналов в них речи не идет — входной и выходной сигналы такого модема являются импульсными. Для цифровых модемов общепринятых стандартов работы вообще, и стандартов скорости в частности, пока не разработано.

Цифровые модемы выпускаются для работы в конкретных цифровых технологиях: ISDN, HDSL, ADSL, SDSL и т. д. (см. раздел «Сети и сетевые технологии нижних уровней»).

Так, например, модемы для работы в ISDN бывают как внутренними, так и внешними. Внутренние модемы могут использовать или ISA-, или PCI-слоты на материнской плате, и они обеспечивают максимальную скорость 128 Кбит/с. Внешние модемы подключаются к компьютеру по последовательной шине USB и скорость передачи у них ограничивается величиной 115,2 Кбит/с. Имеются комбинированные модемы для работы как по цифровым каналам ISDN, так и по аналоговым каналам (например, модем Courier-1 компании 3Com).

Модемы для работы в сетях xDSL имеют большие скорости, так, ADSL-модемы обеспечивают скорости 1,5–6 Мбит/с при приеме информации и 64–384 Кбит/с при передаче. А вот ADSL-модем Viper-DSL компании 3Com даже больше: 7 Мбит/с для входящих и 1 Мбит/с для исходящих сообщений. Но наибольшие скорости обеспечивают VDSL-модемы: при передаче данных на короткое расстояние до 300 м достигается скорость 2,3 Мбит/с, а при приеме — 51,8 Мбит/с! (При работе на больших расстояниях скорости существенно уменьшаются.)

Популярные цифровые модемы производит и фирма ZyXEL:

- Omni.net Plus имеют адаптеры ISDN со скоростями 128 Кбит/с;
- Prestige 681 оснащаются адаптером SDSL и интерфейсом 10/100Base-T Ethernet с функциями моста и маршрутизатора на скорости до 2,32 Мбит/с;
- Prestige 641 имеют адаптер SDSL и интерфейс 10/100Base-T Ethernet с функциями моста на скорости до 8 Мбит/с; существует и ряд других.

Выпускаются также:

- *кабельные модемы* для работы с сетями через коммуникации кабельного телевидения, например. Они обеспечивают скорости передачи данных в среднем до 10 Мбит/с, но сверхскоростной модем UBR 904 компании Cisco позволяет принимать данные со скоростью до 36 Мбит/с и передавать со скоростью до 2 Мбит/с;
- *сотовые модемы* для работы в системе сотовой телефонной связи. Это обычно PCMCIA-модемы для работы в стандартах GSM, CDMA, NMT, NAMPS и т. д. Первые два стандарта являются цифровыми, а последние — аналоговыми;

- *оптоволоконные модемы* для работы по волоконно-оптическим каналам связи по протоколам FDDI;
- *спутниковые радиомодемы* для приема данных через спутник: прием информации осуществляется через спутниковую антенну со скоростями до 400 Кбит/с, а передача возможна только при наличии громоздкого дорогостоящего оборудования. Поэтому обычно для передачи данных используются проводные каналы связи и дополнительный соответствующий модем;
- разрабатываются *силовые модемы* для работы в сетях через систему электропитания компьютеров.

Что касается быстродействия модема, то скоростной модем, конечно, лучше, что может проиллюстрировать табл. 11.3.

Таблица 11.3. Зависимость времени передачи информации от ее объема и скорости передачи

Примерный объект	Объем файла	Скорость передачи данных (Кбит/с)					
		9,6	14,4	28,8	33,6	64	2000
Страница текста	5 Кбайт	7,5 с	5 с	2,5 с	2 сек	1,1 с	0,04 с
Фрагмент с графикой	30 Кбайт	45 с	30 с	15 с	12 сек	7 с	0,22 с
Цифровая фотография	150 Кбайт	225 с	150 с	75 с	60 сек	35 с	1,1 с
Газета на 6 страницах	1 Мбайт	25 мин	17 мин	8,5 мин	7 мин	4 мин	7,5 с
Короткий мультфильм	5 Мбайт	120 мин	80 мин	40 мин	35 мин	20 мин	38 с
Полноэкранное видео	20 Мбайт	8 час	5,5 час	2,75 час	2,2 час	1,3 час	150 с

Сетевые карты

Вместо модема в локальных сетях можно использовать **сетевые адаптеры** (*сетевые карты*, network adapter, net card), выполненные в виде плат расширения, устанавливаемых в разъем материнской платы. Еще есть карты, устанавливаемые в разъем ISA, но современные устанавливаются обычно в разъем PCI. Для портативных компьютеров имеются PCMCIA-адаптеры. Появились сетевые адаптеры и для интерфейса USB.

Сетевые адаптеры можно разделить на две группы:

- адаптеры для клиентских компьютеров,
- адаптеры для серверов.

В адаптерах для клиентских компьютеров значительная часть работы по приему и передаче сообщений перекладывается на программу, выполняемую в ПК. Такой адаптер проще и дешевле, но он дополнительно загружает центральный процессор машины.

Адаптеры для серверов снабжаются собственными процессорами, выполняющими всю нужную работу.

Основными характеристиками сетевых карт являются:

- установленная микросхема контроллера (микрочипа);
- разрядность — имеются 8-, 16-, 32- и 64-битовые сетевые карты (определяется микрочипом);
- скорость передачи — от 10 до 1000 Мбит/с (наиболее популярные — 10 и 100 Мбит/с);
- тип подключаемого кабеля — коаксиальный кабель толстый и тонкий, неэкранированная витая пара, волоконно-оптический кабель;
- поддерживаемые стандарты передачи данных — Ethernet, IEEE 802.3, Token Ring, FDDI и т. д.

Микросхема контроллера имеет важнейшее значение, она определяет многие параметры адаптера, в том числе надежность и стабильность работы. Так, микрочипы ряда фирм имеют конфликты с некоторыми компонентами компьютера, а микрочипы Realtec, Intel в этом плане более «уживчивы» и надежны.

На сетевых картах может быть установлен также чип ПЗУ BootROM, обеспечивающий возможность удаленной загрузки операционной системы с сервера сети, то есть использования сетевого компьютера без дисковой памяти.

В качестве межсетевого интерфейса для соединения сетей между собой задействуются *повторители, мосты, маршрутизаторы и шлюзы*. Поскольку эти устройства наиболее активно применяются для объединения локальных вычислительных сетей, они подробнее рассмотрены в следующем разделе.

В качестве устройств сопряжения компьютера с аппаратурой передачи данных и с терминальными устройствами используются:

- линейные адаптеры;
- мультиплексоры передачи данных;
- связанные процессоры.

Программное и информационное обеспечение сетей

Наряду с аппаратными средствами ИВС должны иметь в своем составе и сложное программное и информационное обеспечение.

Программное обеспечение информационно-вычислительных сетей

Программное обеспечение информационно-вычислительных сетей выполняет координацию работы основных звеньев и элементов сети; организует коллективный доступ ко всем ресурсам сети, динамическое распределение и перераспределение ресурсов с целью повышения эффективности обработки информации;

выполняет техническое обслуживание и контроль работоспособности сетевых устройств.

Сетевое программное обеспечение состоит из трех составляющих:

- общего программного обеспечения;
- системного программного обеспечения;
- специального программного обеспечения.

Общее программное обеспечение образуется из компонентов базового программного обеспечения отдельных компьютеров, входящих в состав сети, и включает в себя операционные системы, системы автоматизации программирования и системы технического обслуживания.

Системное программное обеспечение представляет собой комплекс программных средств, поддерживающих и координирующих взаимодействие всех ресурсов сети как единой системы.

Специальное программное обеспечение предназначено для максимального удовлетворения пользователей программами часто решаемых задач и, соответственно, содержит прикладные программы пользователя, ориентированные на специфику его предметной области.

Особая роль в программном обеспечении отводится операционным системам. Они имеются как в составе общего программного обеспечения (операционные системы отдельных компьютеров), так и в составе системного программного обеспечения: сетевая операционная система, устанавливаемая на сервере или на одном из компьютеров одноранговой сети.

Сетевая операционная система (СОС) включает в себя набор управляющих и обслуживающих программ, обеспечивающих:

- координацию работы всех звеньев и элементов сети;
- оперативное распределение ресурсов по элементам сети;
- распределение потоков заданий между узлами вычислительной сети;
- установление последовательности решения задач и обеспечение их общесетевыми ресурсами;
- контроль работоспособности элементов сети и обеспечение достоверности входной и выходной информации;
- защиту данных и вычислительных ресурсов от несанкционированного доступа;
- выдачу справок об использовании информационных, программных и технических ресурсов сети.

В большинство сетевых операционных систем встроена поддержка протоколов TCP/IP, IPX/SPX, NetBEUI.

Протоколы TCP/IP были разработаны в США для сети Министерства обороны ARPAnet. Ввиду высокой надежности управления сетью и универсальности в части используемых компьютеров (IBM PC, Macintosh и т. д.) и операционных систем (Windows, UNIX и т. д.) эти протоколы стали базовыми протоколами для сети Интернет.

Протоколы SPX/IPX разработаны фирмой Novell. Отличительная особенность этих протоколов — маршрутизация, обеспечивающая кратчайший путь для передачи данных по сети и сопутствующее гарантированное установление надежной связи. Выбор кратчайшего пути основан на следующем механизме. Машина-источник посылает по сети широковещательный запрос по всем путям до машины-приемника. Путь, обеспечивший минимальную задержку в получении ответного эхо-сигнала, принимается за кратчайший. Этот механизм, конечно, существенно увеличивает трафик по сети, и в этом его основной недостаток.

Протокол NetBEUI — детище фирмы IBM и создавался для обслуживания небольших сетей, в которых он очень популярен по причине своей простоты и высокой скорости работы. Но в нем отсутствует маршрутизация, и его поддерживают только операционные системы фирм IBM и Microsoft (не поддерживает, например, ОС UNIX).

Функциональные возможности операционных систем расширяются с помощью утилит — специальных программ, используемых операционной системой для выполнения прикладных функций.

Информационное обеспечение сетей

Информационное обеспечение сети представляет собой единый информационный фонд, ориентированной на задачи, решаемые в сети, и содержащий массивы данных общего использования, доступные всем абонентам сети, и массивы индивидуального использования, доступные отдельным абонентам. В состав информационного обеспечения входят базы данных и знаний, локальные, хранящиеся на сервере или на одном компьютере, и распределенные, хранящиеся на нескольких серверах или компьютерах, индивидуального и коллективного использования.

Для работы с сетевыми базами данных применяются обычные СУБД (системы управления базами данных) и сетевые СУРБД (системы управления распределенными базами данных).

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение системы распределенной обработки данных и назовите основные их разновидности.
2. Поясните назначение систем телеобработки данных и назовите их основные компоненты.
3. Назовите и поясните основные показатели качества ИВС.
4. Приведите многоаспектную классификацию информационно-вычислительных сетей.
5. Поясните назначение и основные функции всех уровней управления модели открытой системы взаимодействия.
6. Дайте краткую характеристику сетевой технологии ISDN.

7. Дайте краткую характеристику сетевой технологии X.25.
8. Дайте краткую характеристику сетевой технологии Frame Relay.
9. Дайте краткую характеристику сетевой технологии ATM.
10. Назовите основные компоненты ИВС и дайте им краткую характеристику.
11. Назовите и поясните основные виды коммутации и маршрутизации в информационных сетях.
12. Поясните назначение и основные характеристики модемов и сетевых карт.
13. Дайте краткую характеристику сетевого программного обеспечения.
14. Дайте краткую характеристику информационного обеспечения сетей.

Глава 12 Локальные вычислительные сети

*Локальной вычислительной сетью*¹ (ЛВС) называют сеть, элементы которой — вычислительные машины (в том числе мини- и микрокомпьютеры), терминалы, связанная аппаратура — располагаются на сравнительно небольшом удалении друг от друга (до 10 км).

Локальная сеть обычно предназначается для сбора, передачи, рассредоточенной и распределенной обработки информации в пределах одной лаборатории, отдела, офиса или фирмы, часто специализируется на выполнении определенных функций в соответствии с профилем деятельности фирмы и отдельных ее подразделений. Во многих случаях ЛВС, обслуживающая свою локальную информационную систему, связана с другими вычислительными сетями, внутренними или внешними, вплоть до региональных или глобальных сетей.

Основное назначение любой вычислительной сети — предоставление информационных и вычислительных ресурсов подключенным к ней пользователям.

Связь ЛВС с сетью Интернет может выполняться через *хост-компьютер*, в качестве которого может использоваться web-сервер или сервер-шлюз (часто имеемый **прокси-сервером**) — рабочая станция, имеющая специализированное программное обеспечение для непосредственной работы в Интернете, например программы EasyProxy, WinProxy, WinGate².

¹ Локальные вычислительные сети — единственный вид сетей, в которых вычислительные процессы могут превалировать над информационными, поэтому прилагательное «вычислительные» здесь уместно. Хотя даже из приведенной ниже классификации видно, что чаще всего это не так.

² Классический прокси-сервер поддерживает функцию и буферы для временного хранения передаваемых данных так, что при повторном запросе данных, еще хранимых на сервере, их не нужно искать снова, а можно прямо воспользоваться хранимой копией. Более того, если связь с сетью прервется, прокси-сервер будет продолжать работать.

Виды локальных вычислительных сетей

Локальные вычислительные сети можно классифицировать по целому ряду признаков (рис. 12.1).



Рис. 12.1. Классификация локальных вычислительных сетей

Существует параллельная классификация вычислительных сетей, в которой локальные сети определены несколько иначе: локальной сетью считается компьютерная сеть, обслуживающая нужды одного предприятия, одной корпорации. Среди таких вычислительных сетей выделяют:

Локальные сети рабочих групп, обычно объединяют ряд ПК, работающих под управлением одной операционной среды. В ряду компьютеров часто выделяются специализированные серверы, предназначенные для выполнения функций файлового сервера, сервера печати, факс-сервера.

Локальные сети отделов используются небольшой группой сотрудников предприятия, работающих в одном подразделении (отдел кадров, бухгалтерия, отдел маркетинга и т. п.). В такой сети может насчитываться до сотни компьютеров. Чаще всего она имеет несколько выделенных серверов, специализированных для таких ресурсов, как программы-приложения, базы данных, лазерные принтеры, модемы и т. д. Эти сети, как правило, задействуют одну сетевую технологию, и также одну (максимум две) операционную систему. Территориально они чаще всего расположены и в одном здании.

Сети кампусов получили название от слова campus — студенческий городок. Основное назначение этих сетей — объединение нескольких мелких сетей в одну. Сети кампусов могут занимать значительные территории и объединять много разнородных сетей. Основное их назначение — обеспечить взаимодействие между

сетями отделов и рабочих групп и создать доступ к базам данных предприятия и другим дорогостоящим сетевым ресурсам. На уровне сети кампуса решаются многие проблемы интеграции неоднородного программного и технического обеспечения. Ресурсы глобальной сети Интернет сети кампусов не используют.

Корпоративные сети — сети масштаба всего предприятия, корпорации. Они могут охватывать большие территории, вплоть до рассредоточения на нескольких континентах. Ввиду высокой стоимости индивидуальных выделенных коммуникаций и плохой защищенности от несанкционированного доступа коммутируемых каналов связи они чаще всего используют коммуникационные возможности Интернета, и поэтому территориальное размещение для таких сетей роли не играет. Корпоративные сети относят к особой разновидности локальных сетей, имеющих значительную территорию охвата. Ввиду быстрого развития и больших перспектив корпоративных сетей они рассмотрены в отдельном разделе.

По назначению ЛВС можно разделить на:

- *вычислительные*, выполняющие преимущественно расчетные работы;
- *информационно-вычислительные*, кроме расчетных операций, осуществляющие информационное обслуживание пользователей;
- *информационные*, выполняющие в основном информационное обслуживание пользователей (создание и оформление документов, доставку пользователю директивной, текущей, справочной и другой нужной ему информации);
- *информационно-поисковые* — разновидность информационных, специализирующаяся на поиске информации в сетевых хранилищах по нужной пользователю тематике сетей;
- *информационно-советующие*, обрабатывающие текущую организационную, техническую и технологическую информацию и вырабатывающие результирующую информацию для поддержки принятия пользователем правильных решений;
- *информационно-управляющие*, обрабатывающие текущую техническую и технологическую информацию и вырабатывающие результирующую информацию, на базе которой автоматически вырабатываются воздействия на управляемую систему и т. д.

По количеству подключенных к сети компьютеров сети можно разделить на *малые*, объединяющие до 10–15 машин, *средние* — до 50 машин и *большие* — свыше 50 машин.

По *территориальной расположенности* ЛВС делятся на *компактно размещенные* (все компьютеры расположены в одном помещении) и *распределенные* (компьютеры сети размещены в разных помещениях).

По пропускной способности ЛВС классифицируются на:

- ЛВС с малой пропускной способностью (скорости передачи данных в пределах до десятка мегабитов в секунду), использующие чаще всего в качестве каналов связи тонкий коаксиальный кабель или витую пару;

- ЛВС со средней пропускной способностью (скорости передачи данных — несколько десятков мегабитов в секунду), практикующие чаще всего в качестве каналов связи толстый коаксиальный кабель или экранированную витую пару;
- ЛВС с большой пропускной способностью (скорости передачи данных составляют сотни и даже тысячи мегабитов в секунду), задействующие в большинстве в качестве каналов связи волоконно-оптические кабели.

По *топологии* ЛВС делятся на шинные, петлевые, радиальные, полносвязные, иерархические и смешанные.

По *типам используемых* компьютеров среди них можно выделить однородные и неоднородные. В однородных ЛВС используются одинаковые типы компьютеров, имеющие одинаковые операционные системы и однотипный состав абонентских средств. В однородных сетях значительно проще выполнять многие распределенные информационные процедуры (в качестве классического примера можно назвать организацию и использование распределенных баз данных).

По *организации управления* ЛВС делятся на:

- ЛВС с централизованным управлением;
- ЛВС с децентрализованным управлением.

На этих классах ЛВС остановимся немного подробнее.

В ЛВС наиболее важными (видимыми) для пользователя являются два структурно-функциональных звена: рабочие станции и серверы. Не все ЛВС имеют в своем составе выделенные серверы, в некоторых случаях функции сервера оказываются как бы распределенными между рабочими станциями сети. С этой точки зрения и можно говорить о двух типах ЛВС в зависимости от присутствия централизованного управления.

Одноранговые локальные сети

В сетях без централизованного управления (часто их называют **одноранговыми сетями** — peer-to-peer) нет единого центра управления взаимодействием рабочих станций и нет единого устройства для хранения данных. Функции управления сетью передаются от одной станции к другой. Сетевая операционная система распределена по всем рабочим станциям (на каждом компьютере должны быть программные средства администрирования сети). Каждая станция сети может выполнять функции как клиента, так и сервера. Она может обслуживать запросы от других рабочих станций и направлять свои запросы на обслуживание в сеть. Пользователю сети доступны все периферийные устройства, подключенные к другим станциям (магнитные и оптические диски, принтеры, сканеры, плоттеры и т. д.). Но отсутствие серверов в сети не позволяет администратору централизованно управлять ресурсами. Каждый компьютер, включенный в одноранговую сеть, имеет свои собственные сетевые программные средства, а необходимость прямого взаимодействия компьютеров друг с другом по мере расширения системы приводит к слишком большому количеству связей между рабочими станциями. Эффективно управлять такой системой практически невозможно.

Достоинства одноранговых сетей:

- низкая стоимость;
- высокая надежность.

Недостатки одноранговых сетей:

- возможность подключения небольшого числа рабочих станций (не более 10);
- сложность управления сетью;
- трудности обновления и изменения программного обеспечения станций;
- сложность обеспечения защиты информации.

Одноранговые сети создаются на базе таких сетевых операционных систем, как Artisoft LANtastic, Novell NetWare Lite, оболочки MS Windows for Workgroups.

Серверные локальные сети

В сетях с централизованным управлением (часто их называют **двухранговыми** или **серверными сетями**) один из компьютеров (сервер) реализует процедуры, предназначенные для использования всеми рабочими станциями, управляет взаимодействием рабочих станций и выполняет целый ряд сервисных функций. В процессе обработки данных клиент может сформировать запрос на сервер для выполнения тех или иных процедур: чтение файла, поиск информации в базе данных, печать файла и т. п.

Сервер выполняет запрос, поступивший от клиента. Результаты выполнения запроса передаются клиенту. Сервер обеспечивает хранение данных общего использования, организует доступ к этим данным и передает данные клиенту. Клиент обрабатывает полученные данные и представляет результаты обработки в виде, удобном для пользователя. Обработка данных может быть выполнена и на сервере.

Следует отметить, что в серверных сетях клиенту непосредственно доступны ресурсы сети, имеющиеся только на сервере (серверах, если имеется несколько специализированных серверов). Данные и программы, хранящиеся на дисках чужих рабочих станций, могут быть доступны пользователю только через сервер или с помощью установленной в сети специальной программы доступа к ресурсам рабочих станций.

Системы, в которых сервер выполняет только процедуры организации, хранения и выдачи клиентам нужной информации, называются системами «файл-сервер» или сетями с выделенным сервером; те же системы, в которых на сервере наряду с хранением выполняется и содержательная обработка информации, принято называть системами «клиент-сервер».

В системе «клиент-сервер» сервер играет активную роль: он не просто выдает на запрос весь файл, а может предварительно обработать информацию и выдать клиенту результаты решения задачи или отобрать именно те записи файла, которые и интересуют клиента, в удобном для клиента представлении. Такая технология, кроме всего прочего, способствует и меньшей загрузке каналов связи сети.

Клиент-серверные системы иногда подразделяют также на две группы:

- системы, в которых клиент, решая свои задачи на сервере, использует свое прикладное программное обеспечение (такие системы часто называют системами с *толстым клиентом*);
- системы, в которых клиент, решая свои задачи на сервере, прибегает к прикладному программному обеспечению, размещенному на сервере (такие системы обычно называют системами с *тонким клиентом*); типичным примером этих систем являются ЛВС, где в качестве рабочих станций выступают сетевые компьютеры.

Сервер, работающий по технологии «файл-сервер», сам называется файл-сервером; работающий по технологии «клиент-сервер» — сервером приложений.

Достоинства серверных локальных вычислительных сетей:

- отсутствие ограничений на число рабочих станций;
- простота управления по сравнению с одноранговыми сетями;
- высокое быстродействие;
- надежная система защиты информации.

Недостатки серверных локальных вычислительных сетей:

- высокая стоимость из-за выделения одного или нескольких компьютеров под сервер;
- зависимость быстродействия и надежности сети от сервера;
- меньшая гибкость по сравнению с одноранговой сетью.

Серверные сети являются весьма распространенными; примеры сетевых операционных систем для таких сетей: LAN Manager (Microsoft), Token Ring (IBM) и NetWare (Novell).

Устройства межсетевого интерфейса

Созданная на определенном этапе развития фирмы локальная вычислительная сеть с течением времени перестает удовлетворять потребности всех пользователей и возникает необходимость в расширении ее функциональных возможностей или охватываемой ею территории. Может возникнуть потребность объединения внутри фирмы различных ЛВС, появившихся в различных ее отделах и филиалах в разное время. Такое объединение бывает необходимо и для организации обмена данными с другими системами. Наконец, стремление получить выход на конкретные информационные ресурсы может потребовать подключения ЛВС к сетям более высокого уровня.

В качестве межсетевого интерфейса для соединения сетей между собой используются:

- повторители;
- мосты;

- маршрутизаторы;
- шлюзы.

Повторители (*repeater*) — устройства, усиливающие электрические сигналы и обеспечивающие сохранение формы и амплитуды сигнала при передаче его на большие расстояния. Повторители описываются протоколами канального уровня модели взаимодействия открытых систем, могут объединять сети, отличающиеся протоколами лишь на физическом уровне модели OSI (с одинаковыми протоколами управления на канальном и выше уровнях) и выполняют лишь регенерацию пакетов данных, обеспечивая тем самым электрическую независимость сопрягаемых сетей и защиту сигналов от воздействия помех. Использование усилителей позволяет расширить и протяженность одной сети за счет объединения нескольких сегментов сети в единое целое. При установке усилителя создается физический разрыв в линии связи, при этом сигнал воспринимается с одной стороны, регенерируется и направляется к другой части линии связи.

Мосты (*bridge*) описываются протоколами сетевого уровня OSI. Они регулируют трафик (передачу данных) между сетями, использующими одинаковые протоколы передачи данных на сетевом и выше уровнях, выполняя фильтрацию информационных пакетов в соответствии с адресами получателей. Мост может соединять сети разных топологий, но работающие под управлением однотипных сетевых операционных систем. Мосты бывают локальными и удаленными. Локальные мосты соединяют сети, расположенные на ограниченной территории в пределах уже существующей системы. Удаленные мосты «прокладываются» между разнесенными территориально сетями с помощью внешних каналов связи и модемов.

Маршрутизаторы (*router*) выполняют свои функции на транспортном уровне протоколов модели OSI и обеспечивают соединение логически не связанных сетей (имеющих одинаковые протоколы на сеансовом и выше уровнях OSI); они анализируют сообщение, определяют его дальнейший наилучший путь, выполняют его некоторое протокольное преобразование для согласования и передачи в другую сеть, создают нужный логический канал и передают сообщение по назначению. Маршрутизаторы предоставляют достаточно сложный уровень сервиса: они могут, например, соединять сети с разными методами доступа; могут перераспределять нагрузки в линиях связи, направляя сообщения в обход наиболее загруженных линий и т. д.

Шлюзы (*gateway*) — устройства, позволяющие объединить вычислительные сети, использующие различные протоколы OSI на всех ее уровнях; они выполняют протокольное преобразование для всех семи уровней управления модели OSI. Кроме функций маршрутизаторов они выполняют еще и преобразование формата информационных пакетов и их перекодирование, что особенно важно при объединении неоднородных сетей.

Мосты, маршрутизаторы и шлюзы в локальной вычислительной сети — это, как правило, выделенные компьютеры со специальным программным обеспечением и дополнительной связной аппаратурой.

Использование устройств межсетевого интерфейса по уровням управления показано на рис. 12.2.



Рис. 12.2. Использование устройств межсетевого интерфейса

Способы повышения производительности ЛВС

Используются три основных способа повышения производительности сети:

- высокоскоростные технологии передачи данных;
- сегментация структуры сети;
- использование технологии коммутации кадров.

Первые классические варианты сетей использовали базовую технологию передачи данных Ethernet 10Base со скоростью передачи 10 Мбит/с. В настоящее время появилось много новых высокоскоростных технологий, в частности Fast Ethernet 100 Base и Gigabit Ethernet 1000 Base, позволяющие увеличить скорость передачи соответственно в 10 и 100 раз (при условии наличия хороших каналов связи).

Интенсивность обмена данными между пользователями сети не является однородной. Часто в сети можно выделить группы пользователей, информационно более интенсивно связанных друг с другом, — рабочие группы, выполняющие решение схожих или тождественных задач. Тогда можно увеличить производительность сети, разместив разные рабочие группы в отдельных сегментах сети. Сегментация сети может быть выполнена установкой в сети мостов, коммутаторов, маршрутизаторов. В этом случае интенсивный информационный обмен, в том числе и широковещательный трафик, чаще выполняется внутри одного сегмента, интенсивность межсегментного трафика уменьшается и количество коллизий в сети существенно снижается.

Применение в сегментированной сети коммутаторов и маршрутизаторов совместно с технологией коммутации кадров (пакетов) может уменьшить интенсивность внутрисегментного трафика. Интеллектуальные коммутаторы и маршрутизаторы определяют порт назначения кадра на основании адреса, содержащегося в кадре, и посылают последний не дублируя его по всем направлениям, а лишь в нужный сегмент.

Снижение интенсивности трафика за счет удаления из него ненужных составляющих создает более благоприятные условия для передачи действительно нужной информации, и производительность сети увеличивается.

Базовые технологии локальных сетей

Для упрощения и удешевления аппаратных и программных средств в локальных сетях чаще всего применяются моноканалы, используемые совместно всеми компьютерами сети в режиме разделения времени (второе название моноканалов — разделяемые каналы). Классический пример моноканала — канал сети шинной топологии. Сети кольцевой топологии и радиальной топологии с пассивным центром также используют моноканалы, поскольку, несмотря на смежность каждого узла сети со своим сегментом сети, доступ к этим сегментам смежных узлов в произвольный момент времени не допустим. Эти сегменты используются только в едином целом совместно со всем разделяемым каналом всеми компьютерами сети по определенному алгоритму. Причем в каждый момент времени моноканал принадлежит только одному компьютеру. Данный подход позволяет упростить логику работы сети, так как отпадает необходимость контроля переполнения узлов пакетами от многих станций, решивших одновременно передать информацию. В глобальных сетях для этого контроля используются весьма сложные алгоритмы.

Но наличие только одного, разделяемого всеми абонентами канала передачи данных ограничивает пропускную способность системы. Поэтому в современных сетях стали все чаще использоваться коммуникационные устройства (мосты, маршрутизаторы), разделяющие общую сеть на подсети (сегменты), которые могут работать автономно, обмениваясь по мере надобности данными между собой. При этом протоколы управления в ЛВС остаются теми же самыми, которые применяются и в неразделяемых сетях.

Наибольшее развитие в локальных сетях получили протоколы двух нижних уровней управления модели OSI. Причем в сетях, использующих моноканал, протоколы канального уровня делятся на два подуровня:

- подуровень логической передачи данных — LLC (Logical Link Control);
- подуровень управления доступом к сети — MAC (Media Access Control).

Подуровень логической передачи данных у большинства протоколов, в том числе и у семейства IEEE 802.x, включающего в себя основные протоколы ЛВС, один и тот же. (К основным протоколам ЛВС относятся: IEEE 802.2 — это протокол логической передачи данных LLC; MAC-протоколы доступа к сети: IEEE 802.3 — Ethernet — эти протоколы почти одинаковы; IEEE 802.4 — Token Bus, IEEE 802.5 — Token Ring и т. д.) Повторим, что LLC построен на основе протокола HDLC и предоставляет верхним уровням OSI три вида процедур:

- LLC1 — без установления соединения и без подтверждения;
- LLC2 — с установлением соединения и с подтверждением;
- LLC3 — без установления соединения и с подтверждением.

Большой интерес представляют протоколы управления доступом MAC.

Рассмотрим несколько встречающихся на практике методов доступа, а для наиболее распространенных будут приведены наименования их реализующих протоколов.

Методы доступа к каналам связи

Для локальных вычислительных сетей, использующих для передачи информации моноканал (monochannel — канал связи, одновременно используемый несколькими абонентами, например в сетях с шинной и петлевой топологиями и с радиальной топологией с пассивным центром), весьма актуальным является вопрос доступа клиентов к этому каналу. Чтобы сделать доступ эффективным, необходимы специальные механизмы — *методы доступа*. Методы доступа обеспечиваются протоколами на нижних уровнях модели OSI.

Для организации эффективного доступа к моноканалу используются принципы частотной или временной модуляции. Наибольшее применение в простых сетях получили принципы временной модуляции, то есть временного разделения сообщений, передаваемых по моноканалу.

Существуют несколько групп методов доступа, основанных на временном разделении:

- централизованные и децентрализованные;
- детерминированные и случайные.

Централизованный доступ управляется из центра управления сетью, например от сервера. *Децентрализованные методы доступа* функционируют на основе протоколов, принятых к исполнению всеми рабочими станциями сети, без каких-либо управляющих воздействий со стороны центра.

Детерминированный доступ обеспечивает наиболее полное использование моноканала и описывается протоколами, дающими гарантию каждой рабочей станции на определенное время доступа к моноканалу. При *случайном доступе* обращения станций к моноканалу могут выполняться в любое время, но нет гарантий, что каждое такое обращение позволит реализовать эффективную передачу данных.

В случае **централизованного доступа** каждый клиент может получать доступ к моноканалу:

- по заранее составленному расписанию — статическое разделение времени канала;
- по схеме жесткой временной коммутации через определенные промежутки времени (например, через каждые 0,5 с), задаваемые электронным коммутатором — динамическое детерминированное разделение времени канала;
- на основе гибкой временной коммутации, реализуемой в процессе выполнения из центра сети опроса рабочих станций на предмет выяснения необходимости доступа — динамическое псевдослучайное разделение канального времени;
- при получении полномочий в виде специального пакета-маркера.

Первые два метода не обеспечивают эффективную загрузку канала, так как при предоставлении доступа некоторые клиенты могут быть не готовы к передаче данных, и канал в течение выделенного им отрезка времени будет простаивать.

Метод опроса используется в сетях с явно выраженным центром управления и иногда даже в сетях с раздельными абонентскими каналами связи (например,

в сетях с радиальной топологией для обеспечения доступа к ресурсам центрального сервера).

Метод передачи полномочий использует пакет, называемый маркером. Маркер — служебный пакет определенного формата, в который клиенты сети могут помещать свои информационные пакеты. Последовательность передачи маркера по сети от одной рабочей станции к другой задается сервером (управляющей станцией). Рабочая станция, имеющая данные для передачи, анализирует, свободен ли маркер. Если маркер свободен, станция помещает в него пакет (пакеты) своих данных, устанавливает в нем признак занятости и передает маркер дальше по сети. Станция, которой было адресовано сообщение (в пакете обязательно есть адресная часть), принимает его, сбрасывает признак занятости и отправляет маркер дальше. При этом методе доступа легко реализуется приоритетное обслуживание привилегированных абонентов. Данный метод доступа для сетей с шинной и радиальной топологией обеспечивается распространенным протоколом ARCnet корпорации Datapoint.

К децентрализованным детерминированным методам относятся:

- метод передачи маркера;
- метод включения маркера.

Оба метода находят применение преимущественно в сетях с петлевой (кольцевой) топологией и основаны на передаче по сети специальных пакетов-маркеров, сегментов.

Метод передачи маркера использует пакет, называемый маркером (сегментом). Маркер — это не имеющий адреса, свободно циркулирующий по сети пакет, определяющий стандартный временной интервал. Маркер может быть «занят» или «свободен». Если маркер свободен, станция, до которой маркер дошел, может вложить в него пакет (пакеты) своих данных, пометить маркер как занятый и передать его дальше. Можно использовать приоритетное обслуживание привилегированных абонентов. Этот метод во многом подобен методу передачи полномочий, но движением маркера из центра сети не управляют. Такой метод доступа реализуется в сетях с кольцевой и радиальной топологией широко известным протоколом Token Ring, разработанным фирмой IBM, и протоколом FDDI Американского национального института стандартизации (ANSI).

Метод включения маркера также использует свободно циркулирующий по сети маркер. Рабочая станция, получившая маркер, может передать свои данные, даже если пришедший маркер занят. В последнем случае станция приостанавливает движение поступившего маркера (временно запоминает его в буферной памяти) и вместо него формирует новый маркер с включенным в него своим пакетом данных. Дальше по сети станция сначала посылает свой новый маркер, а затем уже ранее поступивший «чужой».

Случайные методы доступа основаны на равноправности всех станций сети и их возможности в любой момент времени обратиться к моноканалу с целью передачи данных. Поскольку возможны одновременные попытки передачи данных со стороны нескольких станций, между ними часто возникают *коллизии* (конфликты,

столкновения) — в связи с чем случайный метод доступа часто называют «методом состязаний».

Сокращение числа конфликтных ситуаций обеспечивается путем предварительного прослушивания моноканала для выявления его занятости станцией, желающей передать данные. Если канал занят, станция возобновляет свою попытку передачи данных через небольшой интервал времени. Если все же передачу данных начнут одновременно две станции, то возникает коллизия и данные в моноканале искажаются. Обе конфликтующие станции будут вынуждены передать свои данные повторно.

Метод состязаний может быть рекомендован для использования в сетях с небольшим количеством абонентов, моноканал которых загружен мало (метод не может обеспечить хорошую загрузку канала из-за часто возникающих конфликтных ситуаций). Этот метод для сетей с шинной топологией реализуется чрезвычайно популярным протоколом Ethernet фирмы Хегох.

Сетевая технология IEEE802.3/Ethernet

Сетевая технология — это согласованный набор протоколов и реализующих их аппаратно-программных компонентов, достаточных для построения сети.

Самая распространенная в настоящее время технология (количество сетей, использующих эту технологию, превысило 5 млн с числом компьютеров в этих сетях более 50 млн) создана в конце 70-х годов и в первоначальном варианте использовала в качестве линии связи коаксиальный кабель. Но позже было разработано много модификаций этой технологии, рассчитанных и на другие коммуникации, в частности:

- 10Base-2 — использует тонкий коаксиальный кабель (диаметр 0,25 дюйма); обеспечивает сегменты длиной до 185 м с максимальным числом рабочих станций в сегменте 30;
- 10Base-5 — использует толстый коаксиальный кабель (диаметр 0,5 дюйма); обеспечивает сегменты длиной до 500 м с максимальным числом рабочих станций в сегменте 100;
- 10Base-T — использует неэкранированную витую пару и обеспечивает сегменты длиной до 100 м с максимальным числом рабочих станций в сегменте 1024;
- 10Base-F — использует волоконно-оптический кабель и обеспечивает сегменты длиной до 2000 м с максимальным числом рабочих станций в сегменте 1024.

Технологии Ethernet и IEEE 802.3 во многом похожи; последняя поддерживает не только топологию «общая шина», но и топологию «звезда». Скорость передачи при этих технологиях равна 10 Мбит/с.

В развитие технологии Ethernet созданы несколько существенно продвинутых вариантов:

- Fast Ethernet (IEEE 802.3u) со скоростью передачи 100 Кбит/с, имеющая три модификации:
 - 100Base-TX, использующая экранированную и неэкранированную витую пару с длиной сегмента не более 100 м;

- 100Base-T4, использующая четырехпроводную неэкранированную витую пару с длиной сегмента не более 100 м;
- 100Base-FX, использующая волоконно-оптический кабель с длиной сегмента не более 410 м при полудуплексе и до 2000 м при дуплексе.
- Gigabit Ethernet (IEEE802.3z) со скоростью передачи 1000 Кбит/с использует в качестве линий связи коаксиальный кабель, экранированную витую пару и волоконно-оптический кабель с максимальной длиной сегмента в разных модификациях от 200 м до 5000 м.

Существуют следующие модификации:

- 1000Base-LX, использующая волоконно-оптический кабель с длиной волны света 1,3 мкм;
- 1000Base-SX, использующая волоконно-оптический кабель с длиной волны света 0,85 мкм;
- 1000Base-CX, использующая экранированную витую пару;
- 1000Base-T, использующая неэкранированную витую пару.

Спецификация Ethernet поддерживает случайный метод доступа (метод состязаний) и ее популярность объясняется надежными, простыми и недорогими технологиями.

Технология IEEE 802.5/Token Ring

Технология IEEE 802.5/Token Ring поддерживает кольцевую (основная) и радиальную (дополнительная) топологии сетей, для доступа к моноканалу использующих метод передачи маркера (его называют также детерминированным маркерным методом). Маркеры по сети продвигаются по кольцу в одном направлении (симплексный режим), и им может присваиваться до 8 уровней приоритета. Размер маркера при скорости передачи данных 4 Мбит/с — 4 Кбайт, а при скорости 16 Мбит/с — 20 Кбайт. По умолчанию время удержания маркера каждой станцией равно 10 мс. Скорость передачи данных по сети не более 155 Мбит/с. Поддерживает экранированную и неэкранированную витую пару и волоконно-оптический кабель. Максимальная длина кольца — 4000 м, а максимальное число узлов на кольце — 260.

Реализация этой технологии существенно более дорога и сложна, нежели технологии Ethernet, но она тоже достаточно распространена.

Технология ARCNET

Технология ARCNet (Attached Resource Computer Network, компьютерная сеть с присоединяемыми ресурсами) — это относительно недорогая, простая и надежная в работе технология, используемая только в сетях с персональными компьютерами. Она поддерживает разнообразные линии связи, включая коаксиальный кабель, витую пару и волоконно-оптический кабель. Обслуживаемые ею топологии — радиальная и шинная с доступом к моноканалу по методу передачи

полномочий¹. В первоначальной конфигурации ARCNet обеспечивала скорость передачи данных 4 Мбит/с, а в конфигурации ARCNet Plus — 20 Мбит/с.

Технология FDDI

Технология FDDI (Fiber Distributed Data Interface, волоконно-оптический интерфейс распределенных данных) во многом базируется на технологии Token Ring, но ориентирована на волоконно-оптические линии связи (есть возможность использовать и неэкранированную витую пару) и обеспечивает передачу данных по кольцу длиной до 100 км с максимальным числом узлов 500 и со скоростью 100 Мбит/с. Используется детерминированный маркерный метод доступа без выделения приоритетов. Для обеспечения высокой надежности организуются два ориентированных навстречу друг другу кольца (данные перемещаются в противоположных направлениях). В случае отказа одного кольца передача данных ведется по объединенному первому и второму кольцам с исключением сбойного сегмента кольца (при интенсивных отказах есть возможность динамически создавать дополнительные виртуальные кольца). Ввиду большой стоимости технология внедряется в основном в магистральных каналах и крупных сетях.

Актуальные локальные вычислительные сети

Тип и функциональные возможности локальных вычислительных сетей во многом определяются протоколами модели OSI, которые в них используются, в частности протоколами двух нижних уровней, реализуемыми программно и аппаратно — интерфейсной сетевой платой, и протоколами верхних уровней, поддерживаемыми программно — сетевой операционной системой.

Сетевая операционная система — это программные средства, управляющие коммуникационными процессами в сети и поддерживающие ее общую архитектуру. Она выделяет нужные сетевые ресурсы рабочим станциям и предоставляет пользователю стандартный и удобный доступ к этим ресурсам.

Возможны несколько вариантов организации доступа к ресурсам ЛВС:

- каждая рабочая станция имеет полный набор всех функциональных программ СОС и хранит часть из них (резидентные) в оперативной памяти, а часть (нерезидентные) — в дисковой памяти;
- каждая рабочая станция имеет только набор наиболее активных программ СОС, а полный набор всех функциональных программ СОС хранится на сервере;
- рабочие станции («сетевые компьютеры») не имеют у себя никаких программ СОС, а при необходимости выполняется их удаленная загрузка с сервера.

¹ Иное название — централизованным маркерным методом.

Среди фирменных сетевых операционных систем, поддерживающих протоколы пяти верхних уровней OSI, наибольшее распространение получили СОС NetWare фирмы Novell и СОС Windows NT (Windows 2000):

Локальная вычислительная сеть Novell NetWare

Фирма Novell выпустила несколько вариантов СОС для локальных сетей: NetWare 4.0, NetWare 5.0 и NetWare 5.1. NetWare 3.1 являлась самой популярной сетевой операционной системой для небольших ЛВС, последующие версии — для более крупных, причем версия NetWare 5.1 позволила создавать масштабируемые сети вплоть до больших корпоративных сетей и глобальных сетей. Далее рассматривается вариант построения небольшой ЛВС на базе NetWare 3.1, а особенности использования СОС NetWare 5.1 будут рассмотрены в главе 14 «Корпоративные компьютерные сети».

NetWare поддерживает протоколы уровней 3–7 OSI и работает с многими сетевыми платами, включая Ethernet, Token Ring, ARCNet.

Протоколы NetWare для уровней 3 и 4 называются Internetwork Packet eXchange (IPX — межсетевой пакетный обмен) и Sequenced Packet eXchange (SPX — упорядоченный обмен пакетами). Оболочка NetWare предоставляет сервис уровней 5, 6 и 7. В частности, основной протокол верхнего уровня NCP (NetWare Core Protocol) обеспечивает работу основных служб СОС Novell NetWare и интегрирует функции всех уровней от транспортного до прикладного. Иногда сервис, предоставляемый на уровнях 5 и 6 OSI, обеспечивается пакетом Novell NetBIOS. При широковещательных сообщениях, когда сервер передает информацию о сетевых службах, им предоставляемых, работает протокол SAP (Service Advertising Protocol).

Протокол IPX использует адрес, состоящий из номера сети, номера узла и номера сокета (внутриузлового адреса). Номер сети назначается администратором сети, номером узла является его аппаратный адрес (MAC — адрес сетевого адаптера или порта маршрутизатора). При коммуникациях адрес сети и адрес сокета узнаются из SAP, соответственно из серверных объявлений и по запросу, а адрес узла автоматически считывается из сетевого адаптера узла.

В настоящее время и у нас, и за рубежом наиболее массовыми являются локальные сети на базе сетевых плат Ethernet с операционной системой Novell NetWare. Такую комбинированную сеть часто называют сетью Novell NetWare, реже — сетью Ethernet (поскольку эта сетевая плата была разработана для одноименной сети).

Основной вариант локальной вычислительной сети, предлагаемый фирмой Novell, базируется на тонком коаксиальном кабеле. Отрезки тонкого кабеля через специальные разъемы соединяют сетевые адаптеры, находящиеся в компьютерах локальной вычислительной сети. В числе компьютеров сети должен быть один или несколько серверов (сеть строится по модели «файл-сервер») и рабочие станции. Максимальное количество компьютеров в сети — 87. Крупные сети делятся на сегменты — отдельные более мелкие ЛВС или отрезки кабеля с подключенными к нему компьютерами. В одном сегменте длиной до 185 м может быть до 30 компьютеров. Максимальная протяженность всей сети — около 10 км.

В последнее время большую популярность, особенно за рубежом, получил вариант сети Novell NetWare на базе витой пары проводов. Он предусматривает подключение рабочих станций к файл-серверу через концентратор. Один концентратор в состоянии поддерживать работу 12 станций, расположенных на расстоянии до 120 м от него. Концентраторы можно соединять каскадами и максимальное число сегментов в одной сети может составлять 1024. Вместо сетевых плат Ethernet в этих сетях используется модернизированный их вариант под кодовым обозначением IEEE 802.3.

Таким образом, реализация локальной вычислительной сети NetWare фирмы Novell возможна в двух вариантах топологий:

- шинной;
- звездообразной.

Структурные схемы ЛВС на тонком кабеле и витой паре приведены на рис. 12.3 и 12.4.

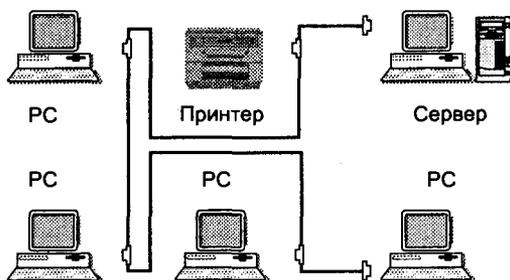


Рис. 12.3. Сеть NetWare фирмы Novell на тонком кабеле

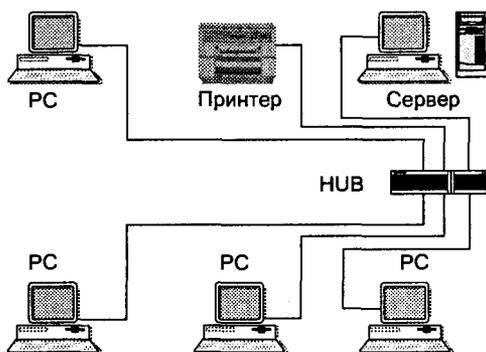


Рис. 12.4. Сеть NetWare фирмы Novell на витой паре

Сеть NetWare предоставляет пользователям следующие возможности:

- прозрачность доступа локальных и удаленных пользователей к ресурсам сети;
- коллективное использование файлов при доступе к файловому серверу с рабочих станций, работающих под управлением различных операционных систем;

- доступ к сетевым принтерам и электронной почте,
- работа с СУБД различных типов;
- передача и обработка данных с использованием таких протоколов, как TCP/IP, SPX/IPX, NetBEUI, NCP;
- использование средств обеспечения надежности и достоверности хранения информации;
- защита ресурсов сети от несанкционированного доступа;
- использование средств объединения удаленных сегментов сети;
- использование единого каталога сетевых ресурсов NDS — важного средства управления ресурсами корпоративных сетей.

Основные программные компоненты сети NetWare:

- сетевая операционная система, хранимая на файловом сервере;
- локальная операционная система рабочей станции.

На сервере имеется сетевая операционная система NetWare, которая отвечает за управление разделяемыми ресурсами файлового сервера. Эта СОС хранится на жестком диске и загружается в оперативную память при начале работы.

В частности, на сервере находятся несколько главных каталогов сетевой ОС, создаваемых непосредственно при загрузке системы:

- System** содержит сетевые и дисковые драйверы, загружаемые и исполняемые модули. Все они работают только в оперативной памяти сервера. Доступ к ним имеет лишь администратор (главный управляющий) сети; пользователи с рабочих станций, в связи с ограничением их прав, обычно даже не видят этого каталога;
- Public** содержит утилиты меню и утилиты командной строки, которые вызываются с сервера в оперативную память рабочей станции для исполнения. Часть утилит предназначена только для администратора, с частью утилит могут работать и администратор и пользователи;
- Login** содержит программы Login и Logout для регистрации пользователей при входе и выходе из сети. Login — программа регистрации пользователя и инициализации его пользовательских прав. Пользователь идентифицируется по имени и паролю, после чего ему присваивается текущий порядковый номер, и он может работать в сети с разрешенными для него каталогами и файлами;
- Mail** содержит подкаталоги, автоматически создаваемые NetWare во время добавления нового пользователя. Эти подкаталоги содержат специфические для каждого пользователя записи, формируемые при его регистрации в сети, и могут быть задействованы программами электронной почты;
- ETC** содержит файлы, необходимые для поддержки протоколов TCP/IP, используемых в сети Интернет, и т. д.

На рабочей станции размещается локальная операционная система компьютера (NetWare способна работать совместно с ОС MS DOS, OS/2, UNIX, Windows и др.) и для обеспечения доступа к сети две программы NetWare NetX.com и IPX.com.

Программа NetX.com анализирует запрос прикладной программы и, если он относится к сети, передает его программе IPX.com; в противном случае — оставляет для DOS. Программа IPX.com отправляет запрос на файл-сервер и контролирует правильность его передачи.

Для работы в сети со своей рабочей станции пользователь:

- запускает программы NetX.com и IPX.com;
- регистрируется в сети с помощью программы Login.exe;
- в своей операционной системе запускает нужную прикладную программу.

В сети может быть организован сервер печати, обеспечивающий доступ к печатающим устройствам всем клиентам сети. Принт-сервер может быть организован на любой рабочей станции или на файл-сервере при наличии на них программного обеспечения сетевого принтера. При использовании такого сервера данные, направляемые на печать, помещаются в очередь в виде задания. Сервер печати периодически проверяет наличие очереди, посылает очередное задание на печать. Программное обеспечение принт-сервера выполняет:

- управление заданием в очереди — изменение приоритета задания в очереди (задержки задания или ускорение его выполнения);
- управление состоянием очереди — постановку задания в очередь, посылку задания на печать;
- управление режимами работы принтера — останов, пауза, старт, сброс задания, прогон листа;
- оповещение пользователей о состоянии принтера — не включен, нет бумаги и т. д.

Основным звеном ЛВС Novell NetWare является файловый сервер. На нем размещаются сетевая операционная система, базы данных и прикладные программы пользователей. Поэтому файл-сервер должен быть самым мощным компьютером в сети, так как от него зависят производительность и функциональные возможности сети в целом.

В качестве файл-сервера желательно использовать компьютер с объемом оперативной памяти не менее 256 Мбайт. Емкость дисковой памяти файл-сервера — главного разделяемого ресурса поддерживаемой им сети — должна составлять 100–200 Гбайт.

Так как надежность работы файл-сервера определяет надежность работы всей сети, то необходимо принимать специальные меры для защиты информации на жестком диске от сбоев и потерь.

Компьютер, выполняющий функции рабочей станции, должен обеспечить пользователю возможность решения всех его прикладных задач. Требования к рабочим станциям более скромные, чем к файл-серверу. Большую часть пользователей вполне удовлетворит объем оперативной памяти 64–128 Мбайт и жесткий диск емкостью порядка 10 Гбайт.

Если рабочая станция ориентирована только на сетевой режим работы, то ей, в сущности, не нужен ни жесткий, ни гибкие диски. Появляется возможность

использовать **бездисковые рабочие станции**. Операционная система на такой станции загружается дистанционно под управлением файл-сервера из постоянного запоминающего устройства, установленного в сетевой плате рабочей станции. В то же время в ЛВС, построенной на базе бездисковых рабочих станций, резко возрастает нагрузка на файл-сервер и исключается возможность работы на станции в автономном режиме.

Локальные сети, управляемые ОС Windows NT

В последние годы все большую популярность приобретают локальные сети на базе операционной системы Windows. В серверной версии ОС — Windows Server 2000 используются названные выше и многие дополнительные возможности увеличения производительности сети.

Рассмотрим технологию построения сетей Windows. Операционная система Windows NT (Windows 2000) имеет две сетевые модификации:

1. Windows NT Workstation;
2. Windows NT Server.

Windows NT Workstation (Windows 2000 Professional) предназначена для установки на рабочих станциях с возможностью организации одноранговых сетей. Есть возможность создать и сеть типа «клиент-сервер», но с весьма ограниченной функциональностью.

Рассмотрим конкретный пример. Если в распоряжении предприятия имеется хотя бы два компьютера с установленными на них операционными системами Windows 98, Windows NT Workstation или Windows 2000, то эти компьютеры могут быть объединены в одноранговую локальную сеть с помощью стандартных программных средств, встроенных в перечисленные операционные системы. Естественно, на компьютерах должно быть установлено все необходимое сетевое оборудование, в первую очередь сетевые адаптеры.

Все компьютеры в одноранговой сети равноправны и могут выступать как в роли пользователей (клиентов) ресурсов, так и в роли их поставщиков (серверов), предоставляя другим узлам сети право доступа ко всем или к некоторым из имеющихся в их распоряжении локальных ресурсов (файлам, принтерам, программам).

В качестве иллюстрации построения простейшей одноранговой сети представим следующую конфигурацию из трех персональных компьютеров, соединенных при помощи сетевых адаптеров и кабеля (рис. 12.5). На компьютерах PC 1 и PC 2 установлена операционная система Windows 98, а на компьютере PC 3 — Windows NT Workstation.

В одноранговой сети каждый компьютер может выполнять свою конкретную функцию, и его конфигурация определяется решаемыми на нем задачами. Например, PC 1 и PC 2 могут быть маломощными компьютерами и работать в качестве клиентов. Однако некоторые ресурсы одного компьютера могут быть предоставлены в общее пользование, например принтер, подключенный к PC 2.

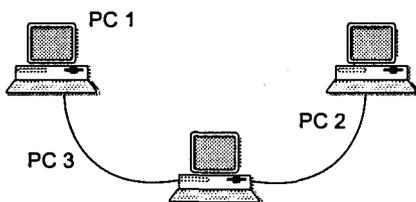


Рис. 12.5. Конфигурация одноранговой сети из трех компьютеров

Совершенно другую роль может играть PC 3 с ОС Windows NT Workstation. Этот компьютер — самый мощный в рассматриваемой конфигурации сети, поэтому он может использоваться для хранения информации, которая необходима пользователям постоянно, то есть выступать в качестве невыделенного сервера файлов. Параллельно компьютер PC 3 может выполнять функции высокопроизводительной рабочей станции.

Windows NT Server (Windows Server 2000) позволяет реализовать полноценную двуххранговую сеть. Сервер сети при этом может выступать как: сервер приложений, файл-сервер, сервер печати, сервер связи, сервер Интернета, сервер удаленного доступа и т. д.

Проектировалась ОС Windows NT для реализации модели «клиент-сервер» и ориентировалась на мощную машину-сервер, выделяющую по запросу клиента нужные ему вычислительные ресурсы — вычисления выполняются на сервере, а результаты расчетов передаются клиенту. В первую очередь система ориентируется на выполнение таких приложений, которые свойственны: серверу баз данных MS SQL Server, серверу информационного обмена MS Exchange, серверу управления системой MS System Management Server, серверу связи с мэйнфреймами SNA Server, серверу Интернета.

Сети на базе Windows Server 2000 используют доменную модель, в основе которой лежит понятие домена — совокупности компьютеров, характеризующейся наличием общей базы учетных записей пользователей и единой политикой осуществления защиты. Всей структурой централизованно управляет служба каталогов Windows 2000 Active Directory (ОС Microsoft Windows NT основана на службе каталогов Directory Service)¹.

Доменный метод организации упрощает централизованное управление сетью и позволяет использовать Windows Server 2000 в качестве сетевой операционной системы предприятия любого масштаба. Доменная служба каталогов основана на однократной регистрации пользователя в сети для доступа ко всем серверам и ресурсам информационной системы независимо от места регистрации.

Для организации доменной структуры в сети и установления в ней определенных отношений и правил используется сервер — *главный контроллер домена*, на котором хранится база учетных записей пользователей этого домена с уникальными параметрами и их привилегиями. Когда пользователь рабочей станции регистрируется в сети, происходит его идентификация на главном контроллере или на одном

¹ Сервисные службы сети, в том числе и служба каталогов, несколько подробнее рассмотрены в главе 14 «Корпоративные компьютерные сети».

из резервных контроллеров домена. Если пароль и имя пользователя совпадают с введенным, то пользователь регистрируется в домене.

Сети малых размеров могут состоять из одного домена. Однако для средних и больших предприятий сеть, как правило, состоит из нескольких доменов, повторяя, например, организационную структуру предприятия. Механизм взаимодействия доменов основан на установлении доверительных отношений — так называется связь между доменами, позволяющая пользователям одного домена обращаться к ресурсам другого домена.

По умолчанию пользователи одного домена не имеют прав доступа к ресурсам другого домена. Однако имеется механизм предоставления пользователям различных доменов возможности совместно использовать ресурсы путем установления доверительных отношений между доменами (рис. 12.6).

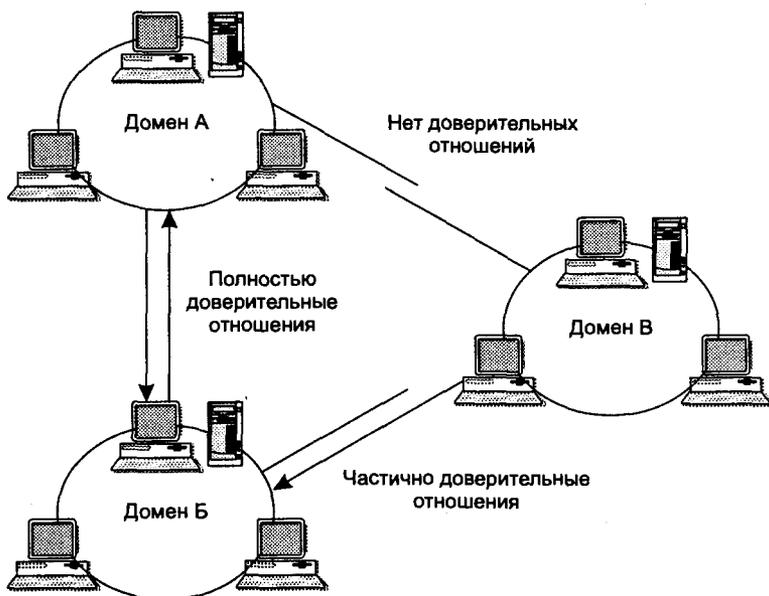


Рис. 12.6. Доверительные связи доменов в сети

Доверительные отношения могут быть как двусторонними, так и односторонними. При двусторонних отношениях пользователь любого из двух доменов имеет доступ к ресурсам серверов, находящихся в соседнем домене. При односторонних доверительных отношениях пользователь, зарегистрированный в доверяемом домене, получает доступ к серверам домена-доверителя, но не наоборот. На рис. 12.6 домены А и Б полностью доверяют друг другу. Пользователь домена А может осуществлять доступ к ресурсам серверов домена Б. Аналогично пользователь домена Б вправе использовать ресурсы любого из серверов домена А. В то же время пользователи домена В имеют доступ к ресурсам домена Б, но не наоборот. Существуют разнообразные способы объединения доменов с помощью установления доверительных отношений, однако следует выделить две основные модели: модель с мастер-доменами и модель полностью доверительных отношений.

В модели с мастер-доменами один или несколько доменов объявляются главными, и в каждом из них хранятся учетные записи подмножества пользователей сети. Остальные домены являются вторичными, так называемыми ресурсными доменами. Все они доверяют каждому из главных доменов или только некоторым из них. В каждом из вторичных доменов есть свой контроллер домена и может быть несколько серверов. Такая модель более актуальна для сети, количество пользователей в которой составляет несколько десятков тысяч.

В модели с полностью доверительными отношениями все домены равноправны, и из каждого из них может производиться управление сетью. Другими словами, не существует главного домена, и каждый из доменов способен содержать как учетные записи, так и разделяемые ресурсы. Данная модель также может объединять большое число пользователей, но чрезвычайно сложна в управлении, поскольку в ней необходимо устанавливать большое число доверительных отношений.

В качестве стандартного протокола клиентского доступа к Active Directory система Windows 2000 использует протокол Lightweight Directory Access Protocol (LDAP). Для клиентского доступа к Active Directory подходит LDAP версий 2 и 3. Active Directory задействует систему именования доменов Domain Name System (DNS). Другие службы каталогов могут также взаимодействовать с Active Directory с помощью протокола LDAP.

Каждому пользователю в сети соответствует персональная учетная запись, параметры которой определяют его права и обязанности в домене. Учетная запись содержит такую информацию о пользователе, как его имя, пароль и ограничения на его деятельность в сети.

Учетные записи бывают двух типов: глобальные и локальные. Локальные учетные записи определяют права пользователей на конкретном компьютере и не распространяются на домен. В случае локальной учетной записи пользователь получает доступ только к ресурсам своего компьютера. Для доступа к ресурсам домена пользователь должен зарегистрироваться в домене, воспользовавшись своей глобальной учетной записью. Если сеть состоит из нескольких доменов и между ними установлены доверительные отношения, то возможна так называемая сквозная регистрация, то есть пользователь, регистрируясь один раз в своем домене, получает доступ к ресурсам доверяющего домена, в котором у него нет персональной учетной записи.

Создавать, модифицировать учетные записи и управлять ими администратор сети может с помощью программы User Manager for Domains. При создании новой учетной записи администратор может определить следующие параметры: пароль и правила его модификации, локальные и глобальные группы, в которые входят пользователь, и рабочие станции, с которых он может регистрироваться, разрешенные часы работы, срок действия учетной записи и другие.

Пароль пользователя играет важную роль, так как именно путем подбора пароля часто происходит незаконный доступ к сетевым ресурсам.

Возможности пользователя в системе определяются набором его прав. Права пользователей бывают стандартными и расширенными. К стандартным относятся такие права, как возможность изменять системное время, выполнять резервное копирование файлов, загружать драйверы устройств, изменять системную конфигурацию, выполнять выключение сервера и т. п. Расширенные права специфичны для операционной системы и приложений.

Механизмы защиты Windows NT позволяют гибко ограничивать или предоставлять права пользователям на доступ к любым ресурсам системы. Права на доступ к файлам и каталогам определяют, может ли пользователь осуществлять к ним доступ, и если да, то как. Владение файлом или каталогом позволяет пользователю изменять права на доступ к нему. Администратор вправе вступить во владение файлом или каталогом без согласия владельца.

Наряду с базовой ОС Windows Server 2000 существуют еще две «продвинутые» ее модификации: ОС Windows 2000 Advanced Server и ОС Windows 2000 Datacenter Server, имеющие увеличенную масштабируемость и производительность и поддерживающие, соответственно, 8 процессоров и 8 Гбайт оперативной памяти и 32 процессора и 64 Гбайт оперативной памяти.

Основные рейтинговые параметры ЛВС

При выборе локальной сети основное внимание обращают на следующие ее характеристики:

- топология сети;
- ранговый тип сети (одноранговая или с выделенным сервером);
- типы используемых в сети протоколов, регламентирующих форматы и процедуры обмена информацией между абонентами;
- тип используемой операционной системы;
- максимальное количество рабочих станций;
- максимально допустимое удаление рабочих станций друг от друга;
- типы компьютеров, входящих в сеть (однородность или неоднородность сети);
- вид физической среды передачи данных (коммутируемый или некоммутируемый канал; телефонный канал, витая пара, коаксиальный кабель, оптоволоконный кабель);
- максимальная пропускная способность;
- методы передачи данных (коммутация каналов, сообщений или пакетов);
- тип передачи данных — синхронный или асинхронный;
- методы доступа к моноканалу;
- надежность сети, определяемая способностью сохранять работоспособность при выходе из строя отдельных ее участков (узлов и линий связи).

Перед выбором или проектированием ЛВС следует уяснить для себя цели создания сети, особенности ее организационного и технического использования, в том числе:

- какие проблемы предполагается решать при использовании ЛВС;
- какие задачи планируется решать в будущем;
- кто будет выполнять техническую поддержку ЛВС после ее создания и запуска;
- нужен ли доступ из ЛВС к глобальной сети Интернет;
- какие требования предъявляются к секретности и безопасности информации;
- какие технические и программные средства необходимо приобрести при создании ЛВС;
- насколько подготовлены сотрудники для работы в сети, какое обучение потребуется для них?

Вопросы для самопроверки

1. Что такое локальная вычислительная сеть и каковы ее особенности?
2. Приведите многоаспектную классификацию ЛВС и поясните классификационные группы.
3. Назовите особенности построения, достоинства и недостатки одноранговых ЛВС и серверных ЛВС.
4. Назовите методы доступа к каналам связи сети и поясните их отличительные особенности.
5. Дайте краткую характеристику сетевой технологии IEEE802.3/Ethernet и ее разновидностей.
6. Дайте краткую характеристику сетевой технологии IEEE 802.3/Token Ring.
7. Дайте краткую характеристику сетевой технологии ARCNet.
8. Дайте краткую характеристику сетевой технологии FDDI.
9. Назовите и поясните устройства межсетевых интерфейсов.
10. Дайте краткую характеристику локальных сетей, управляемых ОС NetWare.
11. Дайте краткую характеристику локальных сетей, управляемых ОС Windows NT.
12. Назовите и поясните основные рейтинговые параметры ЛВС.

Глава 13 Глобальная информационная сеть Интернет

Интернет — глобальная информационная сеть, влияние которой на современное информационное обслуживание неопределимо.

Но парадокс в том, что Интернета (Internet) как физической компьютерной сети просто не существует. Интернет — это всемирное сообщество самых разнообразных компьютерных сетей, общающихся между собой по каналам связи. Интернет — это всемирная глобальная компьютерная сеть, объединяющая многие глобальные, региональные и локальные сети. Иначе говоря, Интернет — это сеть сетей, опутывающих весь земной шар.

В мировых масштабах эта сеть выглядит фантастически сложной и запутанной, имеет свое «население» и живет собственной жизнью. Поэтому и говорят о виртуальном (кажущемся) городе, а чаще даже о виртуальной стране или мире. Интернет — это загадочный и манящий мир без границ. Уже сейчас Интернет объединяет сотни миллионов пользователей во всем мире, и каждый год население этой страны примерно удваивается.

Чем же нас привлекает Интернет? Почему даже случайно соприкоснувшись с этой сетью, люди становятся ее ярыми приверженцами, а сетевые ветераны подчас готовы пожертвовать многими материальными благами за продолжение своего существования в стране Интернет?

До недавнего времени Интернет был ориентирован на научных работников и больше всего напоминал университетский городок с учебными аудиториями, громадной библиотекой и множеством мест, где студенты и преподаватели могли общаться между собой в свободное от работы время и получать любую интересующую их информацию.

Сегодня Интернет похож на огромный мегаполис, в котором есть университет, переставший быть главной достопримечательностью и даже несколько затерявшийся среди виртуальных офисов, магазинов, национальных кварталов и мест для массовых и индивидуальных развлечений. И город этот стал доступен любому

обывателю, более того, туда его всячески приглашают и заманивают. В самом деле: Интернет — это общедоступная сеть, открытая для любого пользователя, имеющего компьютер с модемом и некоторое специальное программное обеспечение. Но в нашем отношении к Интернету пока не наблюдается особой теплоты. Явно просматривается даже некоторая аналогия с нашим отношением к персональным компьютерам. Еще лет 15 тому назад мы также абстрактно и отчужденно воспринимали и их: не могли себе представить, насколько интенсивно и органично ПК волеются в нашу жизнь (правда, тогда это отчасти объяснялось высокой стоимостью компьютера). Сейчас же почти каждый может подсоединить свой ПК к Интернету практически, да и фактически, бесплатно; может получать из сети Интернет любую интересующую его неконфиденциальную информацию за минимальную стоимость. Каждый вправе переслать по сети своим коллегам в любой стране корреспонденцию за сумму, значительно меньшую соответствующих почтовых расходов, может разместить в Интернет свою рекламу и ее увидят миллионы людей во всем мире, может... да может практически все, вплоть до насыщенного и увлекательного проведения своего досуга (причем независимо от интересов и склонностей). Интернет — это безграничный мир информации, это действительно особая виртуальная страна, в которую можно погрузиться и жить в ней долгое время.

Что же такое Интернет — очередное модное увлечение или будущее человечества? Осознанная необходимость или забава для тех, кто не знает, чем бы заняться и на что истратить лишнюю сотню долларов? Да и то, и другое, и третье — все! Поэтому даже просто упомянуть все возможности этой сети нереально.

Сеть Интернет ориентирована на конечного пользователя, как на компьютерного специалиста, так и на рядового гражданина. В сети есть все, что требуется для нормальной комфортной жизни, равно как и для профессиональной деятельности любого из нас. Журналист найдет в Интернете самые свежие новости, научный работник — материалы последних исследований по интересующей его проблеме, коммерсант узнает котировки валют на любой бирже мира. Желаете забронировать авиабилет или номер в гостинице любого города Европы или Америки — можно; хотите выбрать, купить и поручить вручить подарок вашим знакомым — пожалуйста; есть желание принять участие в обсуждении какой-либо животрепещущей проблемы — как говорится, нет проблем.

Попробуем разобраться для начала хотя бы в том, зачем нужен Интернет рядовому российскому бизнесмену.

- Первая полезная функция Интернета, важная для бизнесменов, — **информационная**. По сети можно получить любую интересующую вас неконфиденциальную биржевую и коммерческую информацию, информацию научную и политическую и т. п.
- Вторая функция — **коммуникационная**. Сетевые технологии позволяют пользователю поговори́ть по телефону со своим партнером в любом городе и стране, причем обойдется это дешевле обычной телефонной связи; послать ему факс или письмо с затратами меньшими, чем при использовании обычной почты, и к тому же существенно более оперативно.

- Третья функция — **совещательная**. Сеть Интернет — это место, где специалисты и пользователи компьютеров могут «встретиться» и обсудить интересные проблемы, в интерактивном режиме обменяться полезной информацией.
- Четвертая функция — **коммерческая**. Во всем мире активно развивается торговля по Сети. Потенциальный покупатель просматривает товары на экране своего ПК, заказывает и по кредитной карточке оплачивает их. Поступает товар к нему из ближайшего торгового пункта, естественно, уже не виртуально.
- Следующая функция — **рекламная**. Реклама через Интернет весьма эффективна, в первую очередь в связи с ее массовостью и оперативностью.
- Шестая функция — **развлекательная**. Можно почитать и просмотреть огромное количество развлекательной литературы, фильмов; поиграть в самые увлекательные компьютерные игры, «путешествовать» и наслаждаться красотою разных музеев и стран, и многое другое.
- Наконец — специфично **компьютерная** функция. Пользователи ПК могут получить, причем чаще всего бесплатно, самые новые программные средства, инструкции и рекомендации по работе в Сети.

Общие сведения о сети Интернет

Базой для организации сети Интернет явилась компьютерная сеть Министерства обороны США ARPANet (ARPA — Advanced Research Projects Agency), созданная в начале 70-х годов для связи компьютеров научных организаций, военных учреждений и предприятий оборонной промышленности. Сеть строилась при участии Пентагона как устойчивая к внешним воздействиям закрытая инфраструктура, способная выжить в условиях ядерного нападения, то есть огромное внимание уделялось ее надежности.

Со временем сеть утратила стратегическое значение; ее основными клиентами стали частные лица и негосударственные компьютерные сети. Само название Интернет («между сетей») показывает ее назначение: объединение отдельных локальных, региональных и глобальных сетей в единое информационное пространство. Интернет обеспечивает обмен информацией между всеми компьютерами, которые входят в состав сетей, подключенных к ней. Тип компьютера и операционная система значения не имеют.

Российскому Интернету положило начало создание в начале 1990 года на базе Курчатовского института атомной энергии компьютерной сети Relcom. Уже к концу 1990 года в сеть интегрировалось более 30 локальных сетей разных организаций, что позволило осуществить ее официальную регистрацию и подключение к мировой сети.

В настоящее время Интернет — это глобальная, межконтинентальная сеть; она объединяет десятки миллионов компьютеров и локальных сетей, а ее услугами по разным оценкам пользуются от 100 до 250 миллионов человек. Точная цифра неизвестна, поскольку сеть не имеет единого центра управления и не является

чей-либо собственностью — в этом важное отличие Интернета от других компьютерных сетей.

В Интернете нет ни президента, ни главного инженера, никакого официального органа управления. Хотя президенты и прочие высшие официальные лица могут быть у сетей, входящих в Интернет. В целом же в Интернете нет единственной авторитарной фигуры.

Направление развития Интернет определяет «Общество Интернета» (ISOC — Internet Society). ISOC — это организация, действующая на общественных началах, целью которой является содействие глобальному информационному обмену через Интернет. Она назначает совет старейшин, который отвечает за техническое руководство и ориентацию Интернета.

Совет старейшин (IAB — Internet Architecture Board, или «Совет по архитектуре Интернета») представляет собой группу приглашенных лиц, которые добровольно изъявили желания принять участие в его работе. Совет регулярно собирается, чтобы утверждать стандарты и распределять ресурсы (например, адреса — точнее, сам IAB присвоением адресов не занимается, он устанавливает правила присвоения адресов). Интернет работает благодаря наличию стандартных способов взаимодействия компьютеров и прикладных программ друг с другом. Наличие таких стандартов позволяет без проблем связывать между собой компьютеры производства разных фирм. IAB несет ответственность за эти стандарты, решает, нужен ли тот или иной стандарт и каким он должен быть. Если возникает необходимость в каком-нибудь новом стандарте, IAB рассматривает проблему, принимает этот стандарт и объявляет об этом по сети.

Пользователи Интернета могут высказывать свои мнения по организации Интернета на заседаниях инженерной комиссии IETF (Internet Engineering Task Force). IETF — еще один общественный орган; он собирается регулярно для обсуждения текущих технических и организационных проблем Интернета. Если возникает достаточно важная проблема, IETF формирует рабочую группу для дальнейшего ее изучения. Посещать заседания IETF и входить в состав рабочих групп может любой пользователь. Рабочие группы выполняют много различных функций — от выпуска документации и принятия решений о том, как сети должны взаимодействовать между собой в специфических ситуациях, до изменения значений битов в определенном стандарте. Рабочая группа обычно составляет доклад. Это может быть либо предоставляемая всем желающим документация с рекомендациями, которым следовать не обязательно, либо предложение, которое направляется в IAB для принятия в качестве стандарта.

При работе в Интернете должны соблюдаться правовые нормы. Прежде всего, при отправке чего-либо, в том числе и битов, через государственную границу, следует руководствоваться законами, регулирующими экспорт, и в первую очередь, правовыми нормами, касающимися интеллектуальной собственности и лицензий.

Основу Интернета составляют высокоскоростные телекоммуникационные *магистральные сети*. К магистральной сети через точки сетевого доступа NAP (Net-

work Access Point) подсоединяются *автономные системы*, каждая из которых уже имеет свое административное управление, свои внутренние протоколы маршрутизации. Примерами таких автономных систем могут служить сеть EUNet, охватывающая страны центральной Европы, сеть RUNet, объединяющая университеты России, и т. п. Автономные сети формируют компании-провайдеры, предоставляющие услуги доступа в Интернет (например, компании-провайдеры Relcom, «Петерлинк», «Россия-Он-Лайн» и т. д.).

Основные ячейки Интернета — локальные вычислительные сети. Но существуют и локальные компьютеры, самостоятельно подключенные к Интернету.

Компьютеры сетевые или локальные, непосредственно подключенные к Интернету, называются хост-компьютерами (host — хозяин).

Если некоторая локальная сеть подключена к Интернету, то и каждая рабочая станция этой сети также имеет выход в Интернет через хост-компьютер сети.

Каждый подключенный к Интернету компьютер имеет свой адрес, по которому его может найти абонент из любой точки света.

Важный параметр — скорость доступа к сети Интернет. Он определяется пропускной способностью каналов связи между автономными системами, внутри автономных систем и абонентских каналов доступа к автономным системам. Для модемного доступа по коммутируемым телефонным каналам связи, который используют большинство индивидуальных пользователей персональных компьютеров, эта скорость невелика — от 19 Кбит/с до 56 Кбит/с; для доступа по выделенным телефонным линиям, характерного для небольших ЛВС, эта скорость находится в пределах от 64 Кбит/с до 2 Мбит/с, и лишь для солидных сетей, организующих взаимодействие через волоконно-оптические и спутниковые каналы связи, пропускная способность превышает 2 Мбит/с.

Структура сети Интернет — типичная клиент-серверная, то есть имеются компьютеры, в основном получающие информацию из сети — «клиенты», а есть компьютеры, снабжающие клиентов информацией — «серверы» (естественно, серверы также получают информацию, точнее накапливают ее, но все же основная их функция — отдавать).

Возможная структура фрагмента сети Интернет показана на рис. 13.1.

Важной особенностью Интернета является то, что он, объединяя различные сети, не создает при этом никакой иерархии — все компьютеры, подключенные к сети, равноправны.

Протоколы общения компьютеров в сети

Сеть Интернет объединяет десятки миллионов компьютеров самых разных типов: от персональных компьютеров разных моделей и фасонов до огромных больших и сверхбольших компьютеров — мэйнфреймов. Найти общий язык общения таких «разношерстных» машин друг с другом — весьма сложная задача. Она разрешается благодаря использованию созданной для этой сети системы протоколов общения компьютеров.

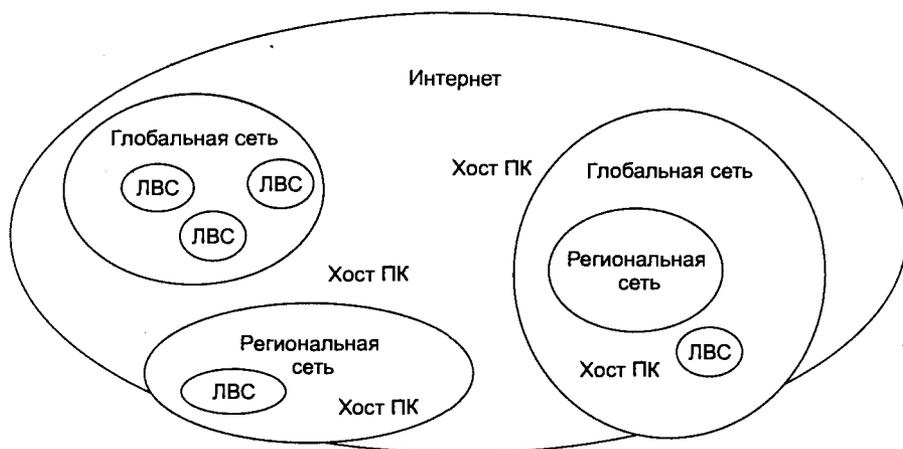


Рис. 13.1. Структура фрагмента сети Интернет

Основу этой системы составляют два главных протокола:

- ❑ **Internet Protocol (IP)** — межсетевой протокол, выполняет функции сетевого уровня модели OSI;
- ❑ **Transmission Control Protocol (TCP)** — протокол управления передачей, выполняет функции транспортного уровня модели OSI.

Протокол IP организует разбиение сообщений на электронные пакеты (IP-дейтаграммы¹), маршрутизирует отправляемые пакеты и обрабатывает получаемые. TCP является типичным протоколом транспортного уровня: он управляет потоком данных, обрабатывает ошибки и гарантирует, что информационные пакеты получены все и собраны в нужном порядке².

Последовательность процедур использования этих протоколов следующая. Информация для передачи упаковывается средствами прикладной программы в блоки определенного формата. Протокол IP разделяет эти блоки на пакеты, каждый из которых получает номер, чтобы можно было проверить потом полноту полученной информации, и заголовок.

Механизм работы межсетевых протоколов **TCP/IP** подобен действиям почтовой службы:

- ❑ пересылаемые по обычной почте письменные сообщения упаковываются в конверты (письма), на которых должны стоять адреса отправителя и получателя. Точно так же действуют и компьютеры: разделяют и упаковывают информационные блоки в электронные пакеты (сегменты) и передают их оптимальным путем от одного компьютера к другому. У этих электронных информационных пакетов, как и у почтовых, есть стандартная оболочка: текст информационного сообщения запаковывается в кодовый конверт, формируемый из специальных

¹ Дейтаграмма — общее название единиц данных (пакетов, кадров, ячеек, сегментов), которыми оперируют протоколы в сетях без установления предварительного соединения.

² Существует еще один протокол транспортного уровня для Интернета: протокол дейтаграммы пользователя (UDP — User Datagram Protocol) — более простой и используемый при неотчетливых пересылках данных.

символов начала и конца и заголовка сообщения, в котором указываются адреса отправителя и получателя (так называемые **IP-адреса**). Такой кодовый конверт обеспечивает целостность сообщения и служит его проводником в сети;

- после того как письмо отправлено, оно находится в распоряжении почтовой службы. Каждое почтовое отделение читает адрес получателя, определяет, через какие другие почтовые отделения следует отправить письмо получателю оптимальным образом, и посылает письмо к следующему выбранному отделению связи. Примерно такой же алгоритм пересылки электронных пакетов реализован и в сети Интернет. Роль почтовых отделений выполняют компьютеры-маршрутизаторы, объединяющие отдельные участки сети между собой.

Электронные пакеты имеют стандартный размер: одно длинное сообщение может размещаться в нескольких пакетах, и наоборот, в один пакет могут быть помещены несколько коротких сообщений, если у них одинаковый адрес получателя. Каждый пакет доставляется адресату независимо от всех других по оптимальному на текущий момент маршруту. Иначе говоря, взаимосвязанные пакеты и пакеты от одного компьютера к другому могут передаваться разными путями. При этом по одному каналу могут передаваться пакеты, направляющиеся в совершенно разные части сети. Это позволяет наиболее эффективно использовать ресурсы системы телекоммуникаций и обходить поврежденные ее участки.

На приемном конце у получателя: проверяется качество каждого поступившего пакета (не произошло ли искажения информации при передаче), все пакеты одного длинного сообщения собираются вместе, проверяется наличие всех пакетов этого сообщения и, в случае полноты и достоверности пакетов, они объединяются в единое сообщение. Если пакет информации потерялся или исказился, запрашивается его копия. Поскольку сообщение восстанавливается только после получения всех неискаженных пакетов, последовательность их получения значения не имеет.

Протоколы IP и TCP настолько тесно связаны, что их часто приводят под одним названием — протоколы TCP/IP.

В калифорнийском технологическом институте (США) разработан новый протокол — FastTCP, обеспечивающий передачу пакетов данных размером 1500 байтов по сети Интернет со скоростью в несколько раз превышающей скорость, реализованную обычным протоколом TCP.

На основе протоколов IP и TCP разработаны многие сетевые прикладные сервисные протоколы, среди которых следует отметить:

- *File Transfer Protocol (FTP)* — протокол передачи файлов;
- *Telnet* — протокол удаленного доступа, то есть дистанционного исполнения команд на удаленном компьютере;
- *Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)* — простой протокол пересылки электронной почты;
- *HyperText Transfer Protocol (HTTP)* — протокол передачи гипертекста (используется при передаче сообщений в World Wide Web);
- *Network News Transfer Protocol (NNTP)* — протокол передачи новостей (телеконференций).

Эти протоколы формируют в сети соответствующие им прикладные процессы, а задача протокола TCP — обеспечить передачу данных между этими процессами. Одновременно в сети может выполняться несколько процессов, и чтобы протокол TCP мог их опознать, они идентифицируются номерами, носящими название *номеров порта*. За некоторыми процессами номера порта жестко закреплены, например порт 21 — процесс передачи файлов FTP, порт 23 — процесс удаленного доступа по протоколу Telnet и т. д.

Номер порта и IP-адрес (иногда такой набор называют *сокетом*) однозначно определяют процесс, выполняемый в сети.

Общение пользователей с системой осуществляется либо на базе операционной системы UNIX, часто используя текстовый интерфейс, либо, что гораздо распространеннее сейчас, в среде MS Windows, для которой существуют прикладные программы работы со всеми технологиями и сервисами Интернета, имеющие простой и удобный графический интерфейс. В среде UNIX для внутрисетевого кодирования информации используются коды KOI-8, а в среде Windows — коды в стандарте ANSI.

Система адресации в Интернете

К адресам хост-компьютеров в сети предъявляются специальные требования. Адрес должен иметь формат, с одной стороны, позволяющий просто выполнять его синтаксическую автоматическую обработку; с другой стороны, он должен иметь семантическую окраску, то есть нести некоторую информацию об адресуемом объекте. Поэтому адреса хост-компьютеров в сети Интернет могут иметь двойную кодировку:

- обязательную кодировку, удобную для работы системы телекоммуникации в сети: дружественный компьютеру цифровой **IP-адрес** (IP, Internet Protocol);
- необязательную кодировку, удобную для абонента сети: дружественный пользователю **DNS-адрес** (DNS, Domain Name System).

Цифровой IP-адрес версии v. 4 представляет собой 32-разрядное двоичное число. Для удобства он разделяется на четыре блока по 8 битов, которые можно записать в десятичном виде. Адрес содержит полную информацию, необходимую для идентификации компьютера.

Возможный вариант: два старшие блока определяют адрес сети, а два другие — адреса подсети и хост-компьютера внутри этой подсети. Например, в двоичном коде цифровой адрес записывается следующим образом: 1001100000100101010100010001010. В десятичном коде он имеет вид: 152.37.72.138. Адрес сети — 152.37; адрес подсети — 72; адрес компьютера — 138.

Ввиду огромного количества подключенных к сети компьютеров и различных организаций ощущается ограниченность 32-разрядных IP-адресов, поэтому ведется разработка модернизированного протокола IP-адресации, имеющего целью:

- повышение пропускной способности сети;
- создание лучше масштабируемой и адаптируемой схемы адресации;

- обеспечение гарантий качества транспортных услуг;
- обеспечение защиты информации, передаваемой в сети.

Основой этого протокола являются 128-битовые адреса, обеспечивающие более 1000 адресов на каждого жителя земли. Внедрение этой адресации (*IP-адресация v. 6*) снимет проблему дефицита цифровых адресов.

Однако главной целью разработки нового протокола является не столько расширение разрядности адреса, сколько увеличение уровней иерархии в адресе, отражающей теперь 5 идентификаторов: два старших для провайдеров сети (идентификаторы провайдера и его реестра) и три для абонентов (абонента, его сети и узла сети).

Доменный адрес состоит из нескольких, отделяемых друг от друга точкой, буквенно-цифровых доменов (*domain* — область). Этот адрес построен на основе иерархической классификации: каждый домен, кроме крайнего левого, определяет целую группу компьютеров, выделенных по какому-либо признаку, при этом домен группы, находящейся слева, является подгруппой правого домена. Всего в Сети сейчас насчитывается более 120 000 разных доменов.

Например, географические двухбуквенные домены некоторых стран:

- Австрия — at;
- Болгария — bg;
- Канада — ca;
- Россия — ru;
- США — us;
- Франция — fr.

Существуют и домены, выделенные по тематическим признакам. Такие домены имеют трехбуквенные сокращенные названия:

- правительственные учреждения — gov;
- коммерческие организации — com;
- учебные заведения — edu;
- военные учреждения — mil;
- сетевые организации — net;
- прочие организации — org.

Доменный адрес может иметь произвольную длину. В отличие от цифрового адреса он читается в обратном порядке. Вначале указывается домен нижнего уровня — имя хост-компьютера, затем домены — имена подсетей и сетей, в которой он находится, и, наконец, домен верхнего уровня — чаще всего идентификатор географического региона (страны).

Итак, доменный адрес хост-компьютера включает в себя несколько уровней доменов. Каждый уровень отделяется от другого точкой. Слева от домена верхнего уровня располагаются другие имена. Все, находящееся слева, — поддомен для общего домена.

Например: доменный адрес www.engec.spb.ru¹:

- ru — домен России;
- spb — поддомен Санкт-Петербурга;
- engec — поддомен Государственного инженерно-экономического университета;
- www — сервер World Wide Web.

Для пользователей Интернета почтовыми адресами могут быть просто их имена, зарегистрированные в службе электронной почты и не отражающие такой длинной иерархии. Например, почтовый адрес автора учебника: Broido@hotmail.ru — за именем пользователя следует знак @, а далее доменный адрес почтового сервера, включая и домен страны.

Преобразование (разрешение) доменного адреса в соответствующий цифровой IP-адрес выполняют специальные серверы DNS (Domain Name Server) — серверы имен. Поэтому пользователю нет необходимости знать цифровые адреса.

Для работы в Интернете достаточно знать только доменный адрес компьютера или пользователя, с которым вы хотите установить связь.

Но более эффективно для адресации использовать не просто доменный адрес, а унифицированный указатель ресурса — URL (Uniform Resource Locator), который дополнительно к доменному адресу содержит указания на используемую технологию доступа к ресурсам и спецификацию ресурса внутри файловой структуры компьютера. Например, в URL: <http://www.engec.ru/user/lab/met.htm> перечислены:

- http — протокол передачи гипертекста, используемый для доступа. В подавляющем большинстве случаев в WWW работает именно гипертекстовый протокол. При доступе по другому протоколу, например через службы FTP или Gopher, указываются, соответственно, ftp:// или gopher://;
- www.engec.ru — доменный адрес web-сервера СПбГИЭУ. Адреса большей части серверов начинаются с префикса www, указывающего на то, что web-сервер на данном компьютере запущен;
- user/lab/met.htm — спецификация файла met.htm. Указывается путь к интересующему нас файлу в файловой системе компьютера и имя этого файла. В этой части адреса может быть помещена и другая информация, отражающая, например, параметры запроса пользователя и обрабатывающей запрос программы. Если спецификация файла отсутствует, то пользователю будет выдан файл, по умолчанию назначенный для представления сервера (сайта).

Варианты общения пользователя с Интернетом

Возможны два варианта общения пользователя с сетью Интернет:

- **Offline** — режим общения с отложенным ответом (автономный);
- **Online** — активный режим общения (интерактивный).

¹ Поскольку имя этого университета является уникальным в России, то в адресе домен spb можно исключить, и реальный доменный адрес Государственного инженерно-экономического университета — www.engec.ru.

В автономном режиме абонент может посылать в Сеть те или иные запросы или сообщения (по электронной почте, например), но между запросом и сетевым ответом на него может пройти значительное время.

В активном режиме, называемом также режимом прямого доступа, информация на запрос абонента сети возвращается практически незамедлительно.

Первый вариант обходится пользователю дешевле (в среднем около \$10–20 в месяц), но и возможностей предоставляет ему меньше.

В этом режиме можно:

- получать свой адрес в Сети, посылать и получать по электронной почте письма и любые другие послания своим друзьям и партнерам по бизнесу;
- отправлять периодически свой прайс-лист, например в телеконференцию группы *commerce* (коммерции);
- пользоваться программами-суррогатами электронной почты, называемыми *FTP-mail*, для заказа интересующих пользователя файлов из Сети на свой компьютер;
- читать информацию, свободно циркулирующую в Сети, например сообщения в группах новостей и т. д.

Второй вариант обеспечивает непосредственный активный выход в сеть Интернет в реальном времени. В этом случае компьютер пользователя получает свой уникальный адрес, полноценный доступ ко всем телекоммуникациям Сети и весь комплекс услуг, предусмотренных в Сети. В первую очередь это путешествие по *World Wide Web*, просмотр с помощью браузеров *web-узлов* Сети и получение оттуда интересующей вас информации, создание собственных информационных *web-страниц* и *web-серверов*, доступных для пользователей Сети, интерактивный диалог с другими пользователями.

Подключение и настройка компьютера для работы в Интернете

Для того чтобы пользоваться услугами Интернета, необходимо обеспечить соединение вашего компьютера с сетью, имеющей связь с Интернетом и предоставляющей необходимый сервис, и установить на компьютер специальное программное обеспечение.

Услуги, связанные с доступом к Интернету, предоставляются фирмами, которые в англоязычных странах называются *Internet Service Provider*, или сокращенно **ISP**; в России их называют «провайдерами доступа в Интернет», или просто **провайдерами**.

Провайдер располагает компьютерной сетью, имеющей постоянное соединение с Интернетом и включающей компьютеры (серверы доступа), через которые осуществляется подключение абонентов — отдельных пользователей или локальных сетей.

Существует несколько вариантов подключения к Интернету:

- постоянное соединение по выделенной линии;
- сеансовое соединение по коммутируемой линии;

- дистанционный терминальный доступ к хост-компьютеру;
- сеансовый доступ по спутниковым каналам связи.

Подключение по выделенной линии обеспечивает пользователю наиболее комфортные условия работы, но обходится довольно дорого. В этом варианте один из компьютеров локальной сети (сервер) имеет постоянное соединение с маршрутизатором провайдера.

В качестве выделенной линии могут использоваться:

- выделенные линии тональной частоты — обычное телефонное соединение, постоянно установленное со стороны телефонной станции. Со стороны абонента связь устанавливается сразу же после включения модема. Скорость передачи данных по такой линии не превышает 48–56 Кбит/с. Достоинства использования такой линии: оперативность соединения и отсутствие самопроизвольного разрыва его;
- цифровые выделенные линии — непосредственное подключение абонента к участку транспортной сети провайдера. Скорость передачи данных в случае использования волоконно-оптической линии связи составляет до 622 Мбит/с;
- выделенные физические линии представляют собой обычную двухпроводную линию, соединяющую абонента с провайдером. Скорость передачи по физической линии составляет от 64 Кбит/с до 2 Мбит/с.

Установку и настройку необходимого технического и программного обеспечения, а также сопровождение работы подключения по выделенной линии осуществляет обычно специалист-администратор фирмы-провайдера, что облегчает работу пользователя. Важным преимуществом такого подсоединения является возможность установки в локальной сети своего информационного сервера (например, WWW-сервера), что невозможно при других вариантах подключения.

Возможный вариант подключения локальной сети к Интернету показан на рис. 13.2 (сервер непосредственно подключается к сети Интернет).

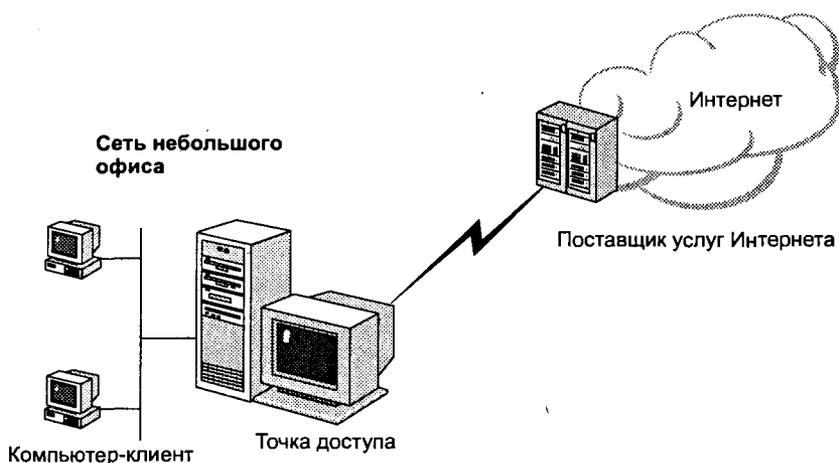


Рис. 13.2. Подключение локальной сети к Интернету

Вариант *соединения по коммутируемой модемной линии* (dial-up) можно рекомендовать как для отдельных компьютеров, так и для не требующих постоянного подключения к Интернету локальных сетей. Этот вариант предусматривает временное подключение к серверу доступа провайдера по обычной телефонной линии путем «дозвона» до этого сервера и последующей регистрации, требующей ввода имени пользователя и пароля. После такой регистрации компьютер пользователя оказывается полностью подключенным к сети Интернет в течение всего времени поддержания телефонной связи. Во время этого соединения пользователь обладает такими же возможностями, что и при первом варианте подключения, но подключение по коммутируемой линии обходится гораздо дешевле. Это сейчас наиболее распространенный вариант.

При использовании цифровых каналов связи ISDN и асимметричных цифровых каналов ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) обеспечиваются более высокие скорости передачи, но эти соединения требуют наличия более дорогого цифрового модема и достаточно сложной его настройки. По каналам ISDN передача может происходить со скоростью 64–1920 Кбит/с, а по линиям ADSL — прием данных из Интернета со скоростью от 32 Кбит/с до 8 Мбит/с, передача данных из компьютера со скоростью от 32 Кбит/с до 1 Мбит/с.

Дистанционный терминальный доступ к хост-компьютеру подразумевает использование режима удаленного терминала этого компьютера посредством соединения с последним по телефонной линии. В этом варианте передается только текстовая информация, поэтому пользователь имеет ограниченные возможности общения с сетью.

Наконец, следует отметить недавно еще экзотический, а сегодня уже вполне реальный вариант подключения к Интернету *по радиоканалу*. В этом случае у провайдера устанавливается беспроводной сетевой мост (например, ARLAN 640, обеспечивающий радиосоединение неограниченного числа клиентских радиомодемов на расстоянии до 7 км). У клиентов устанавливаются сетевые радиоадаптеры (внешний ARLAN 630, обеспечивающий скорость передачи до 2 Мбит/с, или внутренний ARLAN 655, подключаемый непосредственно к системной шине вашего компьютера, имеющий драйверы для работы под Windows и обеспечивающий скорость передачи 630 Кбит/с) и направленная радиоантенна.

Достоинства Интернета без проводов:

- высокая скорость передачи данных;
- обеспечение мобильной связи с сетью (можно передвигаться на машине с места на место, не теряя связи).

Часто используется более дешевая и сугубо асимметричная связь. С провайдером для передачи данных из компьютера соединение выполняется по низкоскоростной коммутируемой телефонной линии dial-up, для приема данных из Интернета — по высокоскоростной радиолинии через спутниковую антенну «тарелка». Такая асимметричность вполне оправдана, так как по статистике передача данных из компьютера составляет обычно меньше 10% трафика.

Развивается и вариант подключения к сети Интернет по каналам связи кабельного телевидения — кабельный модем использует имеющийся коаксиальный 75-омный

телевизионный кабель, обеспечивая при отличном качестве скорость передачи данных по каналу из Интернета абоненту до 30 Мбит/с, в обратном направлении — до 10 Мбит/с. Наконец, разрабатываются модемы для силовых линий, по которым доступ в Интернет будет возможен по линиям электропитания компьютера. Для подключения к Интернету следует:

- выбрать провайдера;
- установить, подключить и настроить модем;
- настроить операционную систему;
- установить и настроить прикладные программы для работы в сети.

Первое, что следует сделать, — это выбрать фирму, предоставляющую услуги по доступу в Интернет.

Сейчас в России действуют множество провайдеров, в каждом крупном городе их до нескольких десятков: они, как правило, известны по публикациям в компьютерной литературе, рекламе, выставкам и т. д. Цены на подключение компьютера к сети и обслуживание, технические и сервисные возможности у них разные. Следует тщательно оценить такие, например, важные параметры, характеризующие деятельность провайдера, как:

- стоимость регистрации, абонентская плата, плата за время соединения;
- наличие скидок, в том числе за работу в ночное время, и их размер;
- вид и пропускная способность сетевых каналов провайдера (от нее зависит реальная скорость работы в Интернете);
- степень загруженности модемов провайдера (насколько легко до него дозвониться);
- качество телефонных каналов и тип АТС, обслуживающей провайдера;
- уровень технического обслуживания клиентов, возможность выезда специалиста провайдера к клиенту по вызову, условия получения бесплатных и платных консультаций и других услуг.

С выбранным провайдером следует заключить официальный договор на обслуживание. Все отношения с провайдером строятся на основе этого договора, в котором перечисляются выполняемые им работы и услуги и оговаривается их стоимость.

Следует иметь в виду, что в ряде случаев при заключении договора на специализированных компьютерных выставках (в рекламных целях) или при покупке нового компьютера, например, многие фирмы-провайдеры подключают компьютер к сети Интернет бесплатно, предоставят дополнительные льготы при обслуживании, вплоть до бесплатной установки и настройки модема, операционной системы и прикладных программ для работы в сети. Подобный комплексный льготный сервис на Западе получил название «Internet-in-a-Box». При таком обслуживании, купив новый обустроенный провайдером компьютер, вы просто подключаете его к телефонной розетке и начинаете работать в Интернете.

Весьма важная процедура при решении задачи подключения к сети Интернет — выбор модема. Сейчас приходится выбирать из большого количества разнообразных качественных и современных моделей модемов, предлагаемых на рынке. Характеристики этих модемов и их сравнительный анализ регулярно приводятся в многочисленных компьютерных публикациях.

Основные моменты процедуры выбора модема:

- узнать у специалистов провайдера, модем какой марки и в каких торговых фирмах следует приобрести: как правило, наилучший результат по скорости и надежности работы достигаются при установке у вас модема той же марки, что и у провайдера;
- обсудить с представителем провайдера характеристики вашей телефонной линии, имея в виду, что труднопреодолимыми препятствиями при использовании некоторых модемов могут стать: спаренность телефона, наличие высокочастотных телефонных разделителей, зашумленность телефонной линии, вид учрежденческой АТС и т. д.

Для подключения модема к телефонной сети следует сделать подводку телефонной линии поближе к компьютеру, приобрести, установить и подсоединить параллельно существующему телефону телефонный штекер стандарта RJ-11. У этой розетки 4 клеммы, к двум центральным из них и следует подключить телефонные провода, причем полярность подсоединения безразлична.

Когда модем приобретен и установлен, наступает наиболее сложный для большинства будущих клиентов Сети этап — настройка операционной системы (например, настройка коммуникационных средств Windows) и установка прикладных программ взаимодействия с сетью (программ электронной почты, передачи файлов, просмотра серверов World Wide Web и т. д.). Если у вас нет достаточно опыта конфигурирования программного обеспечения компьютеров, то лучше эту работу поручить специалистам фирмы провайдера, пригласив их к себе в офис, либо отвести системный блок вашего ПК в фирму.

Программы электронной почты и передачи файлов (FTP) чаще всего предоставляются провайдером бесплатно.

В качестве программ просмотра web-серверов (их называют браузерами) в основном сейчас используются программы MS Internet Explorer, Netscape Navigator и Opera.

В стремлении популяризовать собственные программные продукты, корпорации Microsoft и Netscape Communications предлагают программы-обозреватели пользователям бесплатно. Все эти программы, включая их новейшие версии, вы сможете загрузить самостоятельно непосредственно из Сети и при этом совершенно «за так». Надо также иметь в виду, что основным языком общения в Интернете — английский, правда, в последние годы появились программы, обеспечивающие как русскоязычный диалоговый интерфейс, так и синхронный перевод web-страниц на русский язык. Вот на это и следует обратить внимание при выборе версии браузера — лучше, чтобы она была русифицированной. Все выпускавшиеся ранее версии браузера Netscape (ранее называвшиеся Netscape Navigator и Netscape Communicator) не были официально локализованы для России, в отличие от программ Microsoft.

Базовые пользовательские технологии работы в Интернете

До недавнего времени «три кита» обуславливали популярность Интернета:

- **электронная почта (e-mail)**, позволяющая в считанные минуты переслать сообщение из одного пункта Сети в другой, удаленный на десятки тысяч километров. При этом электронное письмо может содержать как текстовые, так и звуковые, и графические, и программные файлы; может отправляться в любое время дня и ночи, доставляться до востребования в «электронный почтовый ящик» (вплоть до сообщений самым высокопоставленным государственным и деловым деятелям); посылаться сразу по многим адресам (при рекламе товара, например); по электронной почте, используя сеть USENET, можно получать самые свежие мировые новости, читать сообщения в телеконференциях и участвовать в проходящих там обсуждениях; можно совершать бизнес-сделки (заказывать товар и оплачивать его);
- **служба FTP (File Transfer Protocol — протокол передачи файлов)**, позволяющая перемещать файлы с одного компьютера на другой;
- **служба Telnet**, обеспечивающая интерактивный доступ к удаленному компьютеру.

Но причинами наиболее стремительного взлета популярности сети Интернет, по всей видимости, стали:

- возможность работы с этой сетью не с помощью командной строки ОС UNIX, а используя *программы Windows и средства мультимедиа*;
- появление *технологии WWW (World Wide Web — Всемирная паутина, или, иначе, всемирная информационная сеть)*.

WWW позволяет не только путешествовать по всему свету, наслаждаясь достоинствами мультимедийных технологий, удобно использовать все средства Сети, но и, что особенно важно, углубленно погружаться в избранную проблему с помощью технологии гипертекста. Функции, частично аналогичные WWW, выполняет технология Gopher, но в ней применена концепция меню. В меню перечисляется информация по различным темам, подобно тому, как это делается в оглавлении. Строка меню представляет либо тематические подменю, либо файлы. Таким образом пользователи могут легко найти, а выбрав строку меню, и прочитать, файлы, имеющиеся на серверах сети, где бы они не находились. Gopher поддерживает разные типы файлов — текстовые, звуковые, программные и т. д.

Прежде чем рассмотреть некоторые технологии более подробно, познакомимся с укрупненной классификацией услуг, предоставляемых Интернетом.

Услуги Интернета можно условно разделить по временному интервалу получения информации на сервисы отложенного ответа, сервисы непосредственного прямого обращения и сервисы интерактивного взаимодействия.

Услуги, относящиеся к группе *отложенного ответа*, наиболее распространены (режим offline), они универсальны и наименее требовательны к ресурсам компь-

ютера и к каналам связи. Основной признак этой группы — запрос и ответ на него (получение информации по запросу) могут быть существенно разделены во времени.

Услуги *прямого обращения* характеризуются тем, что информация по запросу возвращается немедленно, но от получателя информации неотложной реакции не требуется — он может прочитать ее в любой удобный для него момент времени.

Интерактивные услуги подразумевают безотлагательное получение ответа на запрос и требуют незамедлительной реакции на полученную информацию.

Передача файлов с помощью протокола FTP

Протокол передачи файлов File Transfer Protocol (FTP) позволяет пересылать файлы с одного компьютера на другой. С помощью этого протокола можно осуществлять процесс обмена массивами данных: текстовыми и программными файлами. Например, можно, и часто бесплатно, получать новейшие компьютерные программы; на сервере библиотеки Ватикана доступен любой из более 200 файлов с рукописями, картинами, книгами и многое, многое другое.

Посредством FTP-соединения компьютер пользователя получает доступ ко многим файлам и программам, хранящимся на других компьютерах, подключенных к сети, в частности на FTP-серверах.

FTP-сервер — компьютер, на котором содержатся файлы, предназначенные для открытого доступа. FTP-серверы предлагают доступ либо анонимным пользователям — всем, кто обращается в Интернет, либо исключительно клиентам, имеющим полномочия доступа.

Программа FTP-клиента не только реализует протокол передачи данных, но и поддерживает набор команд, которые используются для просмотра каталога FTP-сервера, поиска файлов и управления перемещением данных.

Функции доступа к FTP-серверам реализованы и в обычном прикладном ПО (например, Windows Commander или веб-браузеры). Для установки связи с FTP-сервером пользователь должен включить в URL префикс ftp, а затем IP-адрес или доменный адрес этого сервера. Если связь установлена, появится приглашение ввести имя пользователя. Пользователь, не зарегистрированный на сервере (не имеющий на нем специальных прав доступа), вправе представиться под именем anonymous, и он получит доступ к определенным файлам и программам. Если будет запрошен пароль, можно ввести адрес своей электронной почты.

Итак, существует универсальное соглашение: если вы не претендуете ни на что, кроме общедоступных файлов, следует:

- на запрос login ввести anonymous;
- на запрос password ввести свой электронный адрес.

Поступившее после выполнения этих процедур приглашение позволяет работать с FTP-сервером.

Если вы хотите предоставить для всеобщего ознакомления какую-либо информацию (рекламу, новые программы, статьи и т. п.), нужно организовать на своем

компьютере, подключенном к Интернету, сервер FTP с анонимным доступом. Сделать это достаточно просто, поэтому такие серверы получили самое широкое распространение: практически все, что может быть предоставлено пользователям в виде файлов, доступно с серверов FTP с анонимным доступом.

Существуют тысячи FTP-узлов, позволяющих работать анонимному пользователю, но как их найти? Существенную помощь при работе с FTP в этом плане может оказать программа поиска файлов Archie университета McGill в Канаде. Есть три варианта работы с Archie: через сеанс Telnet, запустив локально установленный клиент (для UNIX) или по электронной почте. Указав Archie критерий поиска, вы получаете список просканированных FTP-серверов, которые могут предоставить вам нужный файл.

Telnet — программа работы с удаленным компьютером

Программа Telnet, разработанная для UNIX (но поддерживаемая всеми современными версиями Windows), позволяет установить связь с удаленным компьютером и использовать его в интерактивном режиме. Если доступ к этому компьютеру разрешен, то вы можете работать с ним, как если бы находились непосредственно перед его экраном. То есть программа Telnet позволяет в некоторых случаях пользователю общаться с удаленным компьютером, как со «своим», и временно получить в свое распоряжение все его ресурсы. Тысячи компьютеров доступны для выполнения самых разнообразных задач абсолютно всем и в любое время, а для доступа на тысячи других компьютеров нужно заранее договориться о получении права на вход (имени и пароля).

Telnet и более современная программа Remote Access эффективно используются при организации «домашних офисов», то есть для надомной работы специалистов. Для справки: в 1994 году 37 млн американцев работали на дому в своих домашних офисах, а по прогнозу к концу 2000 года количество таких специалистов должно было превысить 100 млн человек.

Работать с удаленным компьютером следует в обычной последовательности. Для установления соединения с нужным компьютером-сервером нужно вызвать на исполнение программу Telnet (ввести команду Telnet) и указать в командной строке адрес этого компьютера. В процессе соединения хост-компьютер запрашивает имя пользователя. Для работы в удаленной системе пользователь должен иметь там права доступа. Если вам предоставлены права доступа к этому компьютеру, в ответ на запрос «login:» следует ввести свое имя, а затем на запрос «password:» ввести известный вам пароль. Если таких прав нет, то вы все равно сможете работать с общедоступными программами. Например, в электронном справочнике по библиотечным информационным системам вы найдете указания типа telnet to такой-то адрес, login=library и т. п.

После успешного подключения к компьютеру пользователь должен указать тип терминала. В свою очередь, компьютер-сервер обычно предписывает пользователю способ вызова справочной информации. Работа с удаленным доступом может вестись в «прозрачном» режиме, когда программы на сервере и у клиента только

обеспечивают протокол соединения (вы используете команды своего компьютера, а программа Telnet становится как бы невидимой или «прозрачной»), и в командном, когда клиент получает в свое распоряжение набор команд сервера. Следует заметить, что из соображений безопасности намечается тенденция сокращения числа узлов Интернета, позволяющих использовать Telnet для подключения к ним. Чаще всего доступны для работы программы Telnet серверы, содержащие:

- библиотечные каталоги;
- электронные доски объявлений.

Электронные доски объявлений

Электронные доски объявлений (Bulletin Board System — BBS) часто существуют и независимо от Интернета — это компьютеры, к которым можно подсоединиться с помощью модемов через телефонную сеть. Подобно настоящей доске объявлений, BBS является местом, куда стекается вся подлежащая обмену информация. С помощью BBS можно опубликовывать объявления для общего ознакомления, отправлять сообщения отдельным лицам или оставлять на «доске» информацию, которую адресат может забрать в любое удобное для него время.

BBS содержат доступные для копирования файлы, позволяют проводить дискуссии, участвовать в различных играх и имеют свою систему электронной почты. Самой крупной и известной системой электронных досок объявлений является система CompuServe. Она насчитывает около двух миллионов пользователей. Для расширения своих возможностей CompuServe подключается к Интернету и предоставляет своим пользователям право доступа к службам Интернета.

Появление большого числа BBS с организованными на них локальными телекоммуникационными системами привело к потребности межсистемного обмена электронной почтой, файлами, электронными телеконференциями. В результате было создано программное обеспечение и определены правила работы глобальной телекоммуникационной сети FIDONET. Создание сети FIDONET позволило объединить тысячи локальных почтовых ящиков BBS и создать для них единую систему электронной почты. Несмотря на относительную дешевизну обслуживания, ни одна из диалоговых систем BBS не может дать пользователям тех возможностей, которые предоставляет сеть Интернет.

Телеконференции USENET

Дальнейшим развитием электронной почты является «электронная газета», подписчики которой одновременно могут являться и ее корреспондентами. Такая «газета» получила широкое распространение в Интернете под названием системы телеконференций.

В системе телеконференций, в отличие от электронной почты, основным режимом является посылка сообщения не конкретному абоненту, а целой группе лиц (всем желающим). Механизм передачи сообщения в этом варианте похож на распространение слухов: каждый узел сети, узнавший что-то новое (получивший новое сообщение), передает новость всем «знакомым» узлам — всем тем узлам,

с которыми он обменивается новостями. Таким образом, отправленное сообщение распространяется, многократно дублируясь, по Сети и достигает за довольно короткий срок всех участников системы телеконференций во всем мире.

Информация телеконференции (группы новостей) формируется из новостей, сообщений-статей, посылаемых абонентами сети. Первоначально система USENET (User's Network) была автономной системой, разработанной для перемещения новостей между компьютерами по всему миру. В дальнейшем она полностью интегрировалась в сеть Интернет, и теперь Интернет обеспечивает распространение всех ее сообщений. Для реализации этой технологии в сети имеется служба USENET. Телеконференции — это дистанционное общение групп специалистов, обсуждающих ту или иную проблему. Телеконференции разделяются по тематическим разделам. В системе телеконференций USENET есть группы новостей, посвященные практически любой области человеческой деятельности. В настоящее время число тем телеконференций, распространяемых по всему миру, превысило 5000. Новостные группы организованы по иерархическому принципу и для верхнего уровня выбраны семь основных рубрик. В свою очередь каждая из них охватывает сотни подгрупп. Образуется древовидная структура, напоминающая организацию файловой системы. Из числа основных рубрик следует выделить:

- comp — темы, связанные с компьютерами;
- sci — темы из области научных исследований;
- news — информация и новости USENET;
- soc — социальная тематика;
- talk — дискуссии.

Существуют, кроме того, специальные рубрики и региональное разделение телеконференций.

Управляет работой службы USENET специальная программа, позволяющая выбирать телеконференции, работать с цепочками сообщений и читать сообщения и ответы на них. В настоящее время средства работы с телеконференциями встроены во многие почтовые клиенты, например в Outlook Express.

Эта программа выполняет и такую функцию, как подписка на телеконференции. Пользователь может сделать тематический выбор, и программа обеспечит пользователя сообщениями по интересующему его направлению. Если пользователь не вводит никаких ограничений, то по умолчанию производится подписка на все телеконференции, с которыми имеет связь его хост-компьютер. При участии в какой-либо телеконференции в автономном режиме (offline) любой абонент вправе направить туда свое сообщение по интересующей его теме. Существуют два способа выполнения этой процедуры:

- посылка непосредственного ответа автору статьи по адресу его электронной почты;
- предоставление своего сообщения в распоряжение всех участников телеконференции.

В интерактивном режиме (online) телеконференция по подсети WWW может проводиться в реальном времени. Все ее участники одновременно находятся у своих компьютеров и в процессе общения имеют возможность:

- показывать партнерам тексты, изображения;
- вести аудио- или видеодиалог (видеодиалог в системах видеоконференций, имеющих каналы связи и модемы с высокой пропускной способностью, и мультимедийные компьютеры, оборудованные видеокамерой);
- пользоваться дистанционным указателем для выделения на экранах нужных частей изображения;
- управлять пересылкой файлов и сообщений.

Аудио- и видеоконференции позволяют непосредственно обмениваться по сети звуковой и визуальной информацией. Вы можете разговаривать с любым пользователем Сети, передавая не только скупые текстовые сообщения, но и голос, изображение. Для этого нужно иметь соответствующие программы и технику. Для голосовой связи нужна звуковая карта (sound card), микрофон, звуковые колонки или наушники; для видеообщения требуются плата видеозахвата и видеокамера. Можно использовать, например, программы: Net2Phone (фирмы Netscape) — аудиотелефон, NetMeeting (корпорации Microsoft) — поддерживает общение голосом, видео-, текстовыми и графическими файлами. Коммуникатор NetMeeting позволяет общаться в сети (не только в сети Интернет, но и в ЛВС, например, под управлением Windows) сразу с несколькими пользователями, совместно разделять некоторые ресурсы компьютера, в том числе общими усилиями создавать сложный графический документ.

Службы прямого общения пользователей

Служба Web Chat (веб-чат, чат — комната для бесед) обеспечивает прямое общение пользователей в режиме реального времени в специальных чатах Интернета. Можно открыть страницу по адресу чата (например, <http://www.chat.ru>), выбрать себе раздел для общения (спорт, «тусовка» и т. д.) и зарегистрировать в этом разделе имя (nickname — псевдоним), под которым вы будете фигурировать в чате. Можно завести еще и пароль, чтобы никто не посмел войти в чат под вашим именем. После регистрации вы попадаете на страницу чата с репликами присутствующих в «беседке» и полем для ввода своих текстов. То есть на этой странице вы можете читать, что пишут другие участники чата, и набирать свои тексты. Сообщения допускается отправлять всем участникам или конкретному пользователю так, что прочитать информацию будет способен только он. Для контактов на английском языке общения можно выбирать весьма удобные и эффектные интерфейсы, для русскоязычного общения существующие на сегодняшний день средства интерфейса существенно проще. Никаких программ, кроме браузера, запускать на своем компьютере не нужно. Именно поэтому эта технология общения пользуется очень большой популярностью.

Служба IRC (Internet Relay Chat) предназначена также для прямого общения пользователей в режиме реального времени. Эту службу часто называют чат-конференциями или просто «болтовней». В отличие от телеконференций, которые

открыты всему миру, в чате общение происходит между пользователями в пределах одного канала. Работа с IRC осуществляется с помощью специальной программы-клиента, например программы MIRC или VisualIRC. При запуске эта программа выходит на связь с ближайшим IRC-сервером. Все IRC-серверы связаны друг с другом, и, соединившись с одним из них, вы оказываетесь в едином «IRC-пространстве», разделенном на каналы по тематическому принципу. Любой пользователь вправе, очутившись внутри этого пространства, пройтись по активным каналам, послушать, о чем там говорят, и присоединиться к одному из открытых в данный момент каналов. Несколько собеседников могут отделиться из общего канала и закрыть его для доступа (и прослушивания) других пользователей. Любой человек может создать свой канал и пригласить в него для беседы интересующих его людей. Темы, обсуждаемые в чате, не менее разнообразны, чем в телеконференциях, и они более злободневны. IRC оперативнее, чем USENET, реагирует на последние события в мире. Разговоры в IRC чаще всего ведутся на английском языке, но можно выбрать и русские чаты. Все каналы IRC имеют имена-идентификаторы, начинающиеся с символа #, имена русских чатов: #russia и #russian.

Служба ICQ предназначена для обмена короткими текстовыми сообщениями между пользователями, одновременно находящимися на связи («интернет-пейджер»). Она также выполняет поиск IP-адреса пользователя, подключенного в данный момент к Сети. Необходимость такой функции связана с тем, что большинство компьютеров, работающих в Интернете, не являются хост-компьютерами и не имеют постоянного сетевого адреса. На время сеанса работы этим компьютерам назначаются временные (динамические) адреса. Этот временный адрес назначает тот хост-компьютер, через который реализуется вход в сеть Интернет, и в каждый отдельный сеанс работы временный адрес может быть иным, заранее неизвестным. При каждом подключении пользователя к сети Интернет программа ICQ (ICQ-клиент), запускаемая на компьютере, определяет его временный адрес и сообщает его на центральный ICQ-сервер (<http://www.icq.com>). Если пользователь уже зарегистрировался на этом сервере, то ему был присвоен персональный идентификационный номер UIN (Universal Internet Number), который пользователь должен был сообщить своим партнерам по контактам. И любой партнер, знающий этот UIN и являющийся клиентом службы ICQ, может через данную службу отправить другому человеку предложение установить с ним связь (технология «интернет-пейджера»). Программа ICQ предоставляет каждому клиенту возможность выбора режима контактов: «готов к контакту», «прошу не беспокоить, но готов принять сообщение», «закрыт для контакта» и т. д. После установления контакта диалог пользователей осуществляется в режиме, подобном IRC. Клиент ICQ может узнать, кто из его партнеров сейчас работает в Сети, может посылать и принимать текстовые сообщения и файлы, и, естественно, вести диалог. Сообщение найдет пользователя, даже если он в данный момент не работает в Сети. Аббревиатура ICQ является своеобразной транслитерацией выражения «I seek you» — «Я ищу тебя», и на сетевом жаргоне эта служба именуется «Аской». ICQ стала настолько популярной, что в Интернете появилось много сайтов (например www.icq.ru), на которых можно искать собеседников по интересам.

Электронная почта

Электронная почта (e-mail) обеспечивает оперативную передачу сообщений из одного пункта Сети в другой, но является типичным видом услуг отложенного ответа. Отправлять и получать сообщения по этой почте можно в любое время дня и ночи. Важное достоинство электронной почты заключается в том, что удаленность адресата практически не играет никакой роли с точки зрения не только скорости доставки, но и ее стоимости (оплачивается лишь время подключения провайдером вашего компьютера к сети Интернет, естественно, по расценкам провайдера).

Электронное письмо приходит сразу же после его отправления и хранится в почтовом ящике (выделенном месте на хост-компьютере) до получения адресатом. Кроме текста оно способно содержать графические, звуковые и видеофайлы, а также программы. Электронные письма могут отправляться сразу по нескольким адресам. Пользователь Интернета с помощью электронной почты получает доступ к различным услугам Сети, так как основные сервисные программы Интернета имеют интерфейс с данной службой. Суть используемой при этом технологии заключается в том, что на хост-компьютер отправляется запрос в виде электронного письма. Текст письма содержит набор стандартных фраз, которые и обеспечивают доступ к нужным функциям. Такое сообщение воспринимается компьютером как команда и выполняется им.

Для работы в режиме обмена корреспонденцией по электронной почте необходимы специальные программы. Существуют два основных стандарта e-mail:

- Simple Mail Transfer Protocol (**SMTP**), разработанный IETF (Internet Engineering Task Force);
- **X.400**, созданный International Telecommunications Union.

Стандарт SMTP привлекателен простотой, дешевизной, множеством сервисных функций и вследствие этого получил чрезвычайно широкое распространение, в частности в сети Интернет. Существует также протокол **POP3** (Post Office Protocol), отличающийся от SMTP в основном тем, что в этом варианте клиент работает с программой, установленной на сервере провайдера, а не на своем компьютере.

Стандарт X.400 отличается строгостью, жесткой стандартизацией, наличием коммерческих операторов с гарантированным уровнем сервиса, поддержкой большого числа национальных кодировок. Этот стандарт ввиду названных особенностей пользуется большой популярностью среди государственных организаций всего мира при работе, в частности, по правительственным телекоммуникационным линиям.

В принципе, солидная фирма должна внедрить у себя оба вида почты. X.400, как более предсказуемая в своем поведении и надежная (но более дорогая), может служить для ответственных «денежных» приложений, в то время как почта Интернета, работающая по стандартам SMTP и POP3, будет применяться как более дешевое, но менее надежное средство.

Из множества программ электронной почты, работающих под управлением Windows в стандартах SMTP/POP3, можно назвать, например:

- Outlook Express, используемая совместно с браузером MS Internet Explorer;
- Netscape Mail, входящая в состав пакета Netscape;
- популярная в России The Bat молдавской компании RIT Research Labs;
- Mail, HotMail, Hotbox и другие бесплатные почтовые серверы в Интернете;
- офисное приложение Microsoft Outlook;
- dMail компании «Демос»;
- «МиниХост Интернет Клиент» компании «Суперфизика»;
- AllegroMail компании Duke Software Solutions;
- Eudora компании Qualcomm (одна из первых e-mail программ) и многие другие.

Почти все эти программы выполняют следующие функции:

- подготовку текста сообщения;
- отсылку и прием корреспонденции;
- чтение и сохранение корреспонденции;
- удаление сообщений;
- ввод адреса (адресов) корреспондента;
- включение в создаваемые сообщения вложений — текстовых, графических файлов, аудио- и видеофайлов;
- вставку в сообщение электронной подписи или визитной карточки отправителя;
- ведение электронной адресной книги;
- комментирование и пересылку полученной корреспонденции другим абонентам;
- поиск нужной корреспонденции по заданным критериям;
- импорт (прием и преобразование текста в нужный формат) других файлов;
- отложенную отправку почты;
- рассылку корреспонденции по нескольким адресам;
- периодическую проверку новой почты;
- управление модемом для установления IP-соединения;
- сортировку сообщений по «папкам».

Вот, например, фрагмент сообщения почтовой службы Hotbox.ru о своих услугах (рис. 13.3).

Следует заметить, что, хотя сообщения можно составлять и в собственном текстовом редакторе программы электронной почты, из-за ограниченности его возможностей обработку текстов большого размера лучше выполнять внешним редактором. При отправке такого текста программа электронной почты имеет возможность его скорректировать (например, произвести проверку орфографии).

Обычно программы электронной почты пересылают тексты в кодах ASCII, Unicode и в двоичном формате. Код ASCII позволяет записывать только неформатиро-

ванный (plain) текст и не дает возможности передавать информацию об особенностях национальных шрифтов. *Unicode* может отражать национальные символы и знаки иероглифических систем. Для передачи комбинированных сообщений (графика и текст), а также для передачи программ используются *двоичные файлы*. Следует иметь в виду, что при участии в дискуссиях или в составлении рассылочных списков необходимо оформлять сообщения в кодах ASCII, которые понимает любой почтовый клиент. Сообщения, записанные другими программами, можно отправлять, точно зная, что у корреспондента есть такая же программа.

Hotbox.ru - это бесплатный сервис, предоставляющий широкие возможности по работе с почтой и по созданию домашних страниц. Здесь любой желающий может быстро пройти процедуру регистрации, получить свой почтовый ящик и пользоваться им с помощью Web-интерфейса или с помощью своей почтовой программы. Почтовые программы могут работать с ящиком по стандартным протоколам POP3 или IMAP4 для приема почты и SMTP для передачи почты.

Пользователю предоставляется 20 Мб памяти для хранения корреспонденции и 20 Мб для создания своей странички. Максимальный суммарный размер письма - 15 Мб, максимальный размер прикладываемого файла - 10 Мб, количество файлов ограничено только их суммарным объемом (от 10 до 15 Мб в зависимости от типов файлов). Количество записей в адресной книге не ограничено.

Вы можете зарегистрировать для себя адрес электронной почты в любом из доменов - @hotbox.ru, @pochtamt.ru, @mailru.com, @pise.net, @krovatka.net, @rbcsmail.ru - входящих в почтовую систему Hotbox.ru. Этот адрес не зависит от провайдера интернет-услуг - Вы можете менять провайдеров, но адрес останется неизменным.

Помимо почтовых ящиков, на сервере Hotbox.ru Вы можете бесплатно зарегистрировать доменные имена третьего уровня и, таким образом, бесплатно разместить в Сети виртуальный веб-сервер.

Защищенный режим работы Hotbox.ru (с использованием SSL) обеспечивает надежную защиту передачи информации по протоколам HTTPS, SMTP, IMAP4 и POP3.

Настроив фильтры, вы избавите себя от ненужной почты и назойливой рекламы. Доверив предварительную сортировку почты нам, вы облегчите себе работу с корреспонденцией.

Вы сможете сделать переадресацию входящей корреспонденции на любой адрес или несколько адресов.

Пользователям Hotbox.ru предоставляется англо-русский и русско-английский словарь-переводчик, а также проверка орфографии на двух языках (русском и английском).

Рис. 13.3. Фрагмент сообщения почтовой службы Hotbox.ru

Специальный стандарт **MIME** (Multipurpose Internet Mail Extensions — многоцелевое расширение почты Интернета), поддерживаемый всеми вышеназванными программами, позволяет вкладывать в символьные сообщения любые двоичные файлы, включая графику, аудио- и видеофайлы. При отправке сообщений по e-mail необходимо указывать в адресе не только имя хост-компьютера, но и имя адресата, которому сообщение предназначено. Для каждого пользователя на хост-компьютере может быть заведен свой каталог для получения сообщений по электронной почте.

Формат адреса электронной почты должен иметь вид:

Имя_пользователя@адрес_хост-компьютера

Пользователь, имеющий выход в Интернет, может также отправлять электронную почту и по адресам других сетей, подключенных к нему с помощью шлюзов. В этом случае необходимо учитывать, что различные сети применяют различную

адресацию пользователей. Посылая сообщение по электронной почте в другую сеть, следует учитывать принятую там систему адресации.

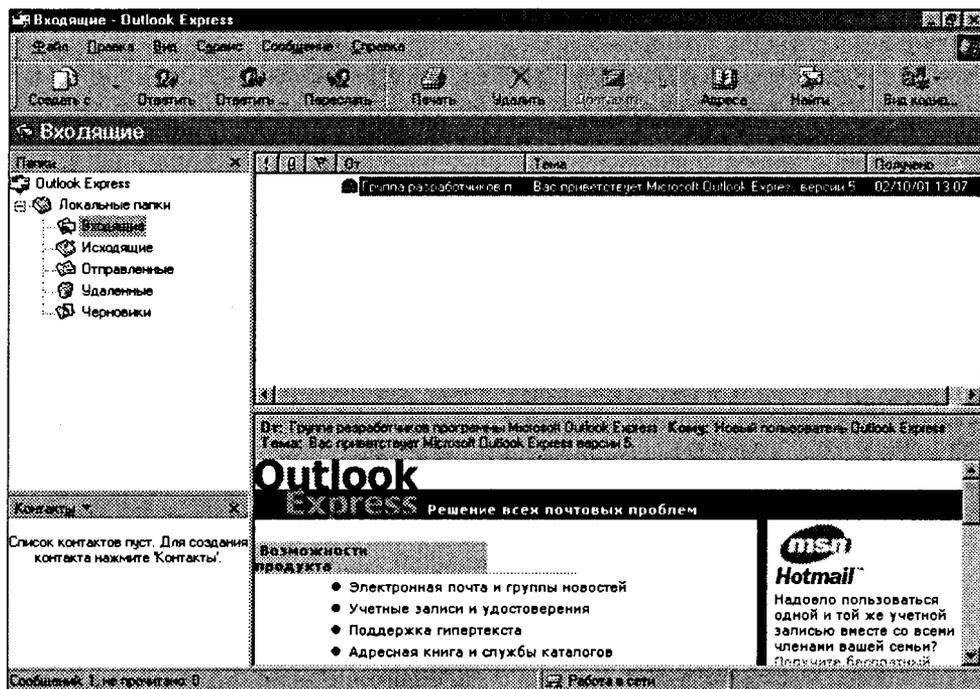


Рис. 13.4. Диалоговое окно программы Outlook Express

Последовательность процедур для организации передачи информации по электронной почте:

- установить связь со своим хост-компьютером;
- запустить программу управления электронной почтой (например, щелкнуть на рабочем столе на ярлыке Outlook Express или воспользоваться командой в главном меню);
- в диалоговом окне Outlook Express (рис. 13.4) нажать кнопку Создать сообщение или выполнить команду меню Сообщение ► Создать;
- в появившемся диалоговом окне (рис. 13.5) в поле Кому указать через точку с запятой доменные адреса (адрес) электронной почты получателей (получателя);
- в поле ввода Копия перечислить через точку с запятой адреса электронной почты всех получателей, кому должна быть доставлена копия сообщения;
- в поле Тема описать краткое содержание сообщения;
- в рабочей области ввести текст сообщения;
- вставить в сообщение электронную подпись, выполнив команду Вставка ► Подпись. Электронная подпись содержит обычно ФИО отправителя, его долж-

ность, название фирмы, телефон и т. д., но может включать в себя и оригинальный придуманный автором текст. Электронная подпись подготавливается заранее и хранится в папке. Создать ее проще всего по команде Сервис ► Параметры, и на вкладке Подписи нажать кнопку Создать;

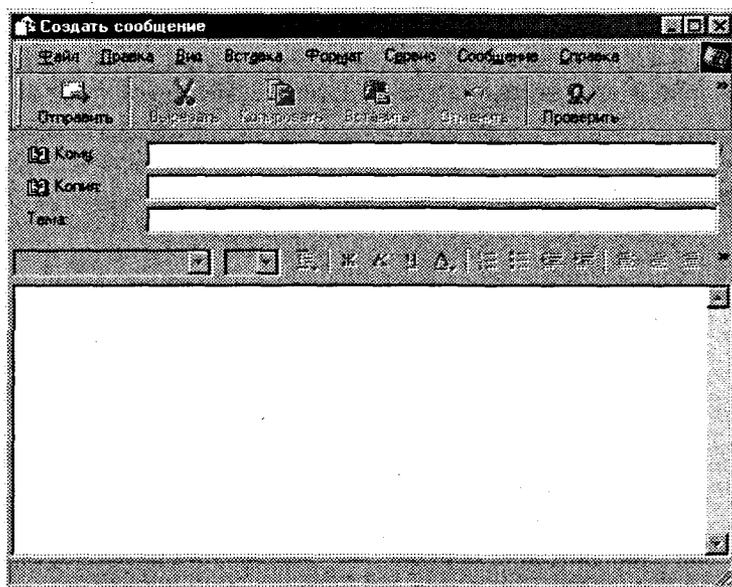


Рис. 13.5. Диалоговое окно Создать сообщение

- если нужно, прикрепить файл вложения с помощью команды Вставка ► Вложение файла или нажатием соответствующей кнопки на панели инструментов с последующим выбором вкладываемого файла. Файл-вложение может быть любым созданным заранее файлом (текстовым, графическим, исполняемым и т. д.);
- «положить» созданное письмо в папку Исходящие, нажав на панели инструментов кнопку Отправить;
- отправить сообщение по электронной почте из папки Исходящие нажатием кнопки Доставить сообщение.

Через несколько секунд ваше сообщение поступит хост-компьютеру получателя по указанному адресу.

Адреса всех получателей могут быть введены вручную, либо взяты из адресной книги. Чтобы воспользоваться имеющейся адресной книгой, следует выполнить команду Сервис ► Выбрать получателей. В появившемся окне из списка выбрать нужных получателей, сопровождая выбор любого из них для указания категории получателей последующим нажатием клавиш: Кому, Копия, Скрытая копия. К категории «Скрытая копия» следует отнести тех получателей, отсылку дубликата в чей адрес требуется сохранить в тайне.

Последовательность процедур для получения поступившего в ваш адрес сообщения:

- ❑ установить связь со своим хост-компьютером;
- ❑ запустить программу управления электронной почтой (например, щелкнуть на рабочем столе на ярлыке Outlook Express или воспользоваться командой в главном меню);
- ❑ в диалоговом окне (см. рис. 13.4) открыть папку Входящие. В этой папке находятся все сообщения, поступившие в адрес пользователя.

В отведенной для этого области окна появится список всех поступивших сообщений (еще не прочитанные сообщения помечены — обычно выделены жирным шрифтом или сопровождаются словом new). В списке сообщений будут указаны: порядковый номер сообщения, отправитель, дата и время получения, а также строка «содержание» (тема), заполненная отправителем. Чтобы прочитать нужное сообщение, следует дважды щелкнуть на нем левой кнопкой мыши.

Последовательность действий для ответа на полученное сообщение.

- ❑ В диалоговом окне (см. рис. 13.4) нажать кнопку Ответить или выполнить команду Сообщение ► Ответить отправителю. Откроется окно создания сообщения, но в строке Кому уже будет находиться адрес инициатора сообщения, на которое создается ответ, а в строке Тема — тема исходного сообщения с префиксом Re (что означает Reply — ответ). В строке Копия можно добавить адреса, по которым направляются копии ответа. В рабочем поле будет виден текст исходного сообщения (его можно подсократить или, согласно сетевой этике, сохранить только отдельные цитаты), к которому следует добавить текст ответа.
- ❑ Нажатием кнопки Отправить ответ отсылается по указанным адресам.

Сообщение электронной почты, пересылаемое по сети, состоит из трех частей:

- ❑ кодового конверта;
- ❑ заголовка;
- ❑ тела сообщения — текста сообщения с вложением.

Существуют два основных стандарта оформления заголовка: стандарт RFC 822 и стандарт MIME. Стандарт RFC-822 был у истоков электронной почты и закрепил соглашение о формате электронного письма и его управляющих заголовках, в расчете на простой текст. Но пользователи захотели писать письма в национальных кодировках, пересылать графику, программы и др. В результате, после других неудачных попыток, появился стандарт MIME, описанный в RFC 1341 и принявший окончательную форму в RFC 1521, который регламентирует формат заголовка и тела сообщения, а также возможности использования в нем информационных элементов различного типа.

Заголовок сообщения в основном стандарте RFC 822 структурирован и может иметь следующие основные поля:

- ❑ Date — дата и время отправления;
- ❑ From — электронный адрес отправителя и его имя (имя не обязательно);
- ❑ Subject — тема сообщения, если это ответ на другое сообщение, то добавляется префикс Re;

- Sender** — автор сообщения, если автор и отправитель не одно лицо;
- To** — электронный адрес и имя (необязательно) получателя (получателей) сообщения;
- cc (carbon copy)** — электронные адреса и имена получателей копии сообщения, от которых ответ на сообщение не ожидается, а копии посылаются им «для сведения»;
- bcc (blind carbon copy)** — электронные адреса и имена скрытых получателей копии сообщения, которые не следует афишировать;
- Resent-To** — электронный адрес и имя корреспондента, которому подготавливается ответ;
- In-Reply-To:** — исходное сообщение в иерархии «в ответ на ответ на сообщение»;
- Message-ID:** — уникальный идентификатор письма, генерируемый почтовой программой отправителя;
- Return-Receipt-to:** — указывается необходимость уведомления о доставке;
- Content-Type:** — тип содержимого письма (в терминах стандарта MIME);
- Content-Transfer-Encoding** — указывается формат символов, которые могут использоваться в теле письма (в терминах стандарта MIME);
- Comments** — произвольный комментарий;
- User-Defined-Fields** — произвольно заполняемые поля для совместимости с другими почтовыми системами;
- несколько полей **Received:** почтовые штемпели (электронный адрес, дата и время прохождения) узлов связи (почтовых серверов), которые миновало сообщение.

Имена полей должны заканчиваться двоеточием. Обязательными полями в этом перечне являются только поля: **Date, From, To, Subject** и **Message-ID**.

Стандарт-расширение MIME позволяет перемешивать поля заголовка и поля тела сообщения, вследствие чего поля заголовка можно разделить на два вида: общие поля, записываемые в начале почтового сообщения, и локальные поля, относящиеся к отдельным разделам сообщения. В общем заголовке указывается версия стандарта **MIME-Version: 1.0**.

Стандарт MIME определяет указываемые в поле заголовка **Content-Type** семь типов данных, которые допускается использовать в теле письма:

- текст (**text**);
- смешанный тип (**multipart**), сочетание в сообщении разных типов данных;
- почтовое сообщение (**message**) — составное сообщение, которое может включать в себя данные даже из разных источников;
- графический образ (**image**), обычно в форматах GIF или JPEG;
- аудиоинформация (**audio**), обычно в формате MIDI-файлов;
- видеоинформация (**video**), обычно в формате MPEG;
- приложение (**application**) для передачи данных любого другого формата.

Возможный вариант заголовка сообщения показан ниже.

```
From: User name user@engec.spb.ru
Date: 21.November 2001 16:40:22
To: user1@engec.spb.ru
Cc: user2@engec.spb.ru; user3@engec.spb.ru
Bcc: user4@engec.spb.ru
Subject: Hello
Message-Id: <PnLxs210Hb @engec.spb.ru>
```

Итак, электронная почта способна заменить собой множество факсов и обычную почтовую доставку; электронная почта намного дешевле, чем привычная бумажная почта и факсимильная связь, и при этом обеспечивает практически почти мгновенные коммуникации.

Основные технологии работы в WWW

World Wide Web (WWW) — Всемирная паутина — является одной из самых популярных информационных служб Интернета.

Долгое время Интернет представлял собой лабиринт различных компьютерных сетей, по которым в основном передавались электронные сообщения. Новичок, не искушенный в тонкостях использования компьютерных команд и программ, чувствовал себя в этом лабиринте достаточно скованно и неуверенно. Новая технология, созданная по принципу «указал — нажал», в простой и наглядной форме научила пользователя четко формулировать свои запросы к сети и выбирать именно то, что ему нужно. Эта технология и реализуется World Wide Web.

Активный интерес большинства пользователей к средствам передачи информации в режиме реального времени возник с появлением именно этой технологии. За короткое время WWW превратила Интернет в информационную супермагистраль или «мировую информационную паутину». WWW — новая и сравнительно недорогая технология, которая позволила миллионам людей общаться между собой в режиме прямого диалога. По сети стали успешно передавать не только текстовые файлы, но и звук, графику и видеоизображения. Владельцы компьютерных баз данных и коммерческих сетей увидели в Интернете безграничный потребительский рынок и основной канал для распространения деловой информации, позволяющий им эффективно делать свой бизнес в виртуальном пространстве Сети.

Почему технология WWW названа «Всемирной паутиной»?

Во-первых, структура информационной сети согласно этой технологии содержит узлы, в которых расположены компьютеры: серверы и клиенты; их обычно называют, соответственно, web-серверами и web-клиентами. На начало 2001 года в Интернете имелось более 200 000 регулярно работающих web-серверов и около миллиона web-узлов. Располагаются эти компьютеры по всему миру, на всех континентах и во всех странах, поэтому Сеть действительно опутывает весь мир, создавая из него некий виртуальный город (или страну), до каждого компьютера-дома которого «рукой подать».

Во-вторых, в отличие от привычной большинству компьютерных пользователей древовидной иерархической структуры, логическая сеть WWW имеет структуру сложного графа, паутиновидную: нажав на выделенное (в основном цветом) слово или словосочетание, вы попадаете на нужный вам узел Всемирной паутины, минуя центр, которого в Сети просто не существует.

В-третьих же и в последних, поскольку корнями Интернет уходит в разработки американского Министерства обороны, были изначально оговорены надежность и неразрываемость связи по сети даже в условиях выхода из строя нескольких ее узлов. Поэтому информация по сети может передаваться от узла к узлу WWW самыми разными путями (за которыми и не следит никто, да и вряд ли возможно реально их отследить), теми, которые в этот миг свободны и надежны (явно просматривается аналогия возможного передвижения по физической паутине).

Три «кита» технологии WWW:

- универсальный способ адресации ресурсов в сети URL;
- язык гипертекстовой разметки документов HTML (Hypertext Markup Language);
- протокол обмена гипертекстовой информацией HTTP (Hypertext Transfer Protocol).

Гипертекстовые технологии Интернета

Web-серверы содержат информационные страницы, которые обычно называют web-страницами.

Особенность информации, представленной на web-страницах, состоит в том, что:

- она может быть представлена в различных вариантах — в виде форматированного текста, графических, возможно, анимированных, изображений;
- она снабжена перекрестными ссылками для вызова нового текущего сервера, текущей страницы, текущего абзаца на странице.

Иными словами: страницы web-сервера условно могут быть разделены на два класса:

- собственно содержательные;
- страницы-посредники, служащие для обеспечения гипертекстовой связи.

Передвижение в поиске нужной информации осуществляется с использованием гипертекстовых ссылок.

Hypertext Transfer Protocol

В основе организации таких ссылок лежит протокол передачи гипертекста (Hypertext Transfer Protocol).

Гипертекст — это документ, имеющий ссылки на другие документы. Говоря более точно, гипертекст (**гипертекстовый документ**) — это текстовый документ, содержащий ссылки на другие части данного документа, на другие документы, на объекты нетекстового формата (звук, графика, видео), в совокупности с системой, позволяющей такой текст читать, отслеживать ссылки, отображать графику,

воспроизводить аудио- и видеовставки. Гипертекст с мультимедийными компонентами (аудио, видео) часто называют системами гипермедиа (hypermedia).

Внутри гипертекстового документа некоторые фрагменты текста должны быть четко выделены. Указание на них с помощью мыши, например, позволяет автоматически перейти в соответствии с тематикой выделенного текста на другую часть этого же документа, на другой документ в этом же компьютере или на документы на любом другом компьютере, подключенном к Интернету. Связь между гипертекстовыми документами осуществляется с помощью ключевых слов. Найдя ключевое слово, пользователь может перейти в другой документ, чтобы получить дополнительную информацию. Новый документ также будет иметь гипертекстовые ссылки.

Структурно гипертекстовые документы представляют собой текстовые файлы, в которые встроены специальные HTML-команды. Все современные офисные программы-приложения (Word, Excel, Access, Power Point, Outlook и другие) имеют удобный инструментарий для почти автоматического создания гипертекста. При этом используется специальный язык разметки гипертекстов — Hypertext Markup Language.

Hypertext Markup Language

Предшественником языка HTML был язык SGML (Standard Generalized Markup Language — стандартный обобщенный язык разметки). Этот язык с 30-летним возрастом, одобренный в 1986 году ISO, позволял лишь формировать сам текст, указывать границы и соподчинение составных частей документа. Но в нем отсутствовали какие-либо возможности по форматированию (оформлению) документа (выбора типа, размера и цвета шрифта, включения произвольных графических фрагментов и т. д.), что свойственно всем современным текстовым редакторам.

Язык HTML, первая версия которого появилась в 1991 году, большинство своих функций ориентировал именно на оформление документов, и документы, создаваемые с его использованием, ожили. В настоящее время web-страницы создаются с помощью именно этого языка, то есть информационная среда WWW полностью «закодирована» на языке HTML.

Действительно, информационное пространство World Wide Web состоит из сотен миллионов взаимосвязанных документов, хранящихся на web-серверах. А отдельные документы как раз и называются web-страницами. Группы тематически объединенных web-страниц называют web-сайтами (сайтами, web-узлами).

Основу инструментария языка HTML составляют *теги* — инструкции HTML, их в языке около сотни. Они присутствуют внутри гипертекстового документа и позволяют до тонкостей сформировать всю структуру и стиль его оформления. При просмотре такого документа с помощью браузера, например, эти теги невидимы. Да и при создании web-страницы с помощью специализированных программных средств, а такие средства присутствуют практически во всех офисных приложениях (в Word, Excel, Access, Power Point, Outlook и т. д.), теги пользователю не видны — они вводятся автоматически.

Тем не менее, как уже говорилось, внутри web-страницы теги присутствуют и от обычного текста они отличаются тем, что заключены в угловые скобки. Большинство тегов используются парами: открывающий тег (например, <TITLE>) и закрывающий тег (</TITLE>); закрывающий тег начинается со слэша — символа «/». Существуют самые разные теги от простых (для структурного оформления и выравнивания текста, формирования цвета, размера, начертания шрифта и т. д.) до специальных (для включения в документ графических и мультимедийных объектов — голоса, музыки, видеоклипов и т. п.). Сложные теги имеют кроме имени еще и атрибуты, детализирующие способ их использования.

Самыми важными тегами языка HTML являются теги формирования и выполнения гипертекстовых ссылок. С любым фрагментом текста (обычно выделенным), значком, картинкой с помощью такого тега можно связать гиперссылку — в общем случае другой объект (документ, рисунок, мультимедийный компонент и даже код, обуславливающий выполнение некоей программы обработки данных). Щелчком левой клавиши мыши на выделенном фрагменте инициируется запрос на доставку этого другого объекта, и, если объект на данном компьютере имеется, то он воспроизводится или отображается (связанная программа запускается на выполнение). Открывшийся на экране объект может быть в свою очередь гипертекстовым и по его гиперссылкам можно получить доступ к последующим связанным объектам. И так далее — количество уровней гипертекстовых отношений не ограничивается.

Средства просмотра информации в WWW

Доступ к WWW обеспечивается как клиентам, использующим только буквенно-цифровую технологию (текстовый поиск по адресам поисковых объектов), так и клиентам, предпочитающим работу в режиме графики (отображенный на экране гипертекст представляет собой сочетание текстовой информации в различных форматах и стилях и некоторых графических изображений — картинок). Второе, безусловно, удобнее и потому предпочтительнее.

Теоретически гипертекстовая технология WWW обеспечивает нахождение любой информации в процессе целенаправленного продвижения по ссылкам. Однако, согласно последним оценкам, объем информации в Интернете составляет 550 миллиардов страниц (по 100 страниц на каждого жителя Земли), объединенных в сотни миллионов документов, и найти нужный в этом множестве, продвигаясь от ссылки к ссылке, практически невозможно. (По данным фирмы Alexa Internet (www.alexa.com), объем все тех же web-страниц составил в 1998 году около 12 Тбайт, а также в Интернете ежедневно появлялось полтора миллиона новых web-страниц — около 20 в секунду.)

Обычно пользователь достаточно быстро обзаводится набором любимых и часто посещаемых им узлов (web-серверов) и формирует массив закладок (bookmarks), позволяющих мгновенно выйти на интересующий его web-сервер и документ. Но как быть, если нужно решить какую-либо новую проблему, найти информацию по новой тематике?

Для этой цели предусмотрены специальные программы, системы и технологии поиска.

Обозреватели Интернета и поисковые системы

Для доступа к web-объекту с известным адресом используются программы-обозреватели, называемые *браузерами* (browser).

Браузер — это, по существу, «клиент», выполняющий функции грамотного, эрудированного проводника, помогающего пользователю отобразить нужную информацию. Программ-браузеров разработано очень много: это и патриархи данной группы программ — текстовый браузер Lynx (общение с помощью адресов) и графический Mosaic (общение по текстам и картинкам меню), и отечественный графический браузер с таким романтическим названием Ariadna (разработка московской фирмы Advanced Multimedia System Design), и многие другие. Но сейчас рынок захватили два столпа современного Интернета — графические браузеры MS Internet Explorer и Netscape Navigator (последняя версия называется просто Netscape 7), используемые, по разным оценкам, 90–98% всех пользователей WWW (российские пользователи, по данным системы интернет-статистики Spylog на 2002 год, в 92% случаев предпочитают Internet Explorer).

Основная задача любого браузера — сделать наше общение с Сетью удобным и приятным. Чаще всего это наше взаимодействие сводится к путешествию по Всемирной паутине и просмотру ее «узелков», отправке и чтению электронных писем, публикации и получению новостей, пересылке файлов. Все эти возможности есть у всех «уважающих себя» браузеров (соответствующие инструменты входят как вспомогательные в состав программных пакетов). Конечно, по сравнению со специализированными средствами (почтовыми клиентами, например) соответствующие функциональные возможности браузеров слабее, но они вполне удовлетворяют большинство разумных потребностей. Например, в Internet Explorer и Netscape Navigator письма посылаются по протоколу SMTP и компонуется в формате MIME. Но существенно более важно то, что оба эти браузера поддерживают все расширения стандарта HTML.

Основные функциональные возможности браузеров Internet Explorer и Netscape:

- графический комфортабельный интерфейс для просмотра WWW;
- возможность русскоязычного, наряду с прочими, общения с пользователем;
- электронная почта;
- пересылка файлов;
- телеконференции, публикация и просмотр новостей;
- работа с файлами как в текстовом формате, так и в формате HTML;
- формирование системы закладок;
- расширенные возможности установки шрифта;
- поддержка одновременно нескольких окон для работы с разными документами;
- сохранение в буферной памяти (кэширование) загружаемых из Сети документов;
- поддержка языков программирования, разработанных специально для Интернета (например, языка Java и сценарных элементов — Active X и JavaScript);

- присутствие многочисленных электронных справочных материалов;
- высокая надежность, обеспеченная полноценным бета- и практическим тестированием.

По существу оба браузера-лидера постепенно превращаются в своего рода «сетевые операционные системы». Они открыты, то есть снабжены интерфейсами прикладного программирования; для них пишутся десятки и сотни приложений — программ, работающих в среде Netscape Navigator и MS Internet Explorer; с их помощью можно делать (или можно будет делать) почти все, что интересует пользователя. Главное окно web-обозревателя Internet Explorer с домашней страницей ИНЖЭКОНа показано на рис. 13.6.

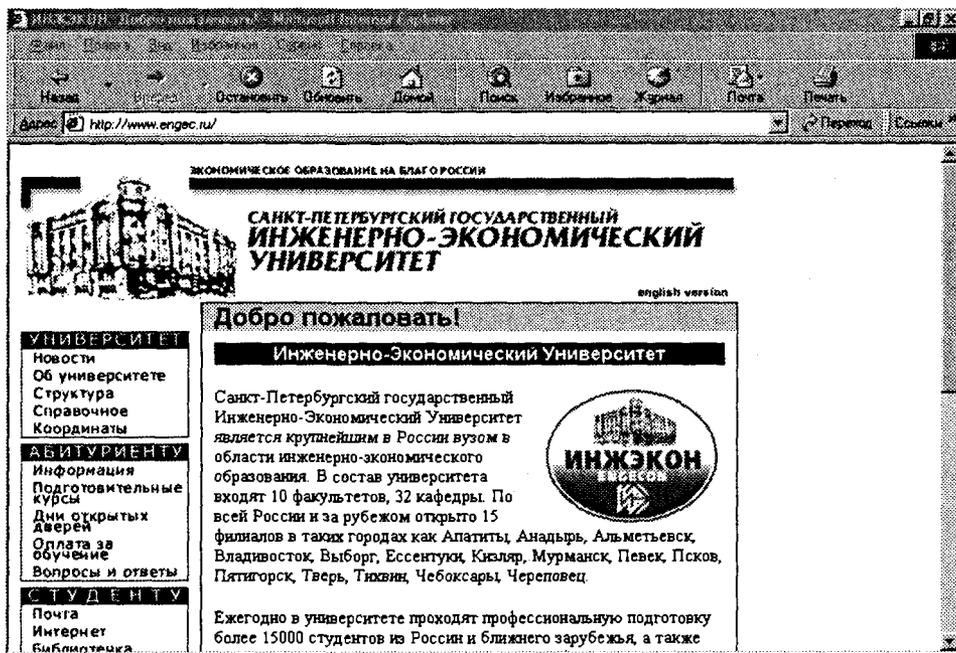


Рис. 13.6. Окно браузера Internet Explorer

Для запуска Internet Explorer следует дважды щелкнуть на ярлыке браузера на Рабочем столе (или в Панели задач) Windows. При запуске браузера открывается окно, содержащее: мини-логотип программы, строку заголовка, строку меню, панель инструментов, строку адреса, строку состояния и рабочую область.

В строке заголовка выводится название просматриваемого документа. Строка меню содержит шесть подменю, охватывающих все команды браузера. Ниже меню располагается панель инструментов, она обеспечивает быстрый доступ к наиболее популярным командам браузера (они, естественно, есть и в меню). Назначение кнопок панели инструментов следующее:

- Назад, Вперед — продвижение по страницам, которые недавно просматривались;
- Остановить — остановка и завершение загрузки web-страницы;

- Обновить — перезагрузка текущей страницы;
- Домой — переход на основную (домашнюю, начальную) страницу (в качестве основной страницы можно выбрать любую страницу, желательна наполненную гипертекстовыми связями с часто используемыми узлами, содержащую меню, например);
- Поиск — переход на универсальную поисковую страницу;
- Избранное — открытие папки, хранящей ярлыки интересующих вас документов и web-страниц (в эту папку можно регулярно добавлять новые полезные документы и страницы); аналог закладок (bookmarks) браузера Netscape;
- Журнал — список посещенных серверов, страниц, просмотренных документов;
- Печать — печать текущей web-страницы на бумаге;
- Шрифт — изменение размера шрифта текста на текущей странице;
- Правка — редактирование текущей страницы;
- Почта — отправка сообщения по электронной почте;
- Discuss — просмотр группы новостей Интернета.

Строка адреса содержит URL просматриваемого документа (для загрузки нужного документа в эту строку следует ввести его адрес).

Строка состояния может содержать:

- во время загрузки документов — сообщения, описывающие процесс загрузки (в частности, скорость передачи данных и процент уже переданной части документа, время, оставшееся до конца загрузки);
- при просмотре уже загруженного документа — адрес гипертекстовой ссылки, на которую указывает указатель мыши.

Простейшие технологии работы с браузером

Выбор начальной страницы

Открыть в окне браузера нужную страницу. Выбрать команду меню Вид ▶ Параметры (или Сервис ▶ Свойства обозревателя), в открывшемся окне перейти на вкладку Общие. В группе Страница нажать кнопку Текущая (или ввести URL страницы, если она не является текущей).

Загрузка документов

Возможны несколько технологий:

- ввести URL документа в строку адреса и нажать клавишу Enter;
- выполнить команду Файл ▶ Открыть и в диалоговое окно Открытие документа ввести адрес документа;
- навести указатель мыши на гиперссылку (если таковая имеется) и щелкнуть на ней.

При загрузке документа браузер:

- устанавливает соединение с нужным сервером;
- просит сервер подтвердить наличие на нем требуемого документа;
- спрашивает разрешение на передачу документа с сервера на ваш компьютер.

Загрузка документов с большими графическими изображениями требует много времени. Ускорить процесс нетрудно, отказавшись от передачи файлов изображений (на их месте будут пиктограммы или надписи). Для этого в старых браузерах следует выполнить команду Вид ▶ Параметры (Сервис ▶ Свойства обозревателя). В окне свойств на вкладке Общие снять флажок Рисунки. Если потребуется посмотреть рисунок, можно восстановить удаленный флажок и нажать кнопку Обновить (команда меню Вид ▶ Обновить). Сейчас режим отображения страниц без графики уже не считается предметом первой необходимости и управление им упрятывается подальше в расчете на быстрые соединения.

Поиск информации в документах

Для того чтобы найти в большом документе нужный фрагмент, следует выполнить команду Правка ▶ Найти; в диалоговом окне ввести искомый текст, задать параметры поиска и нажать кнопку Найти далее.

Оперативная загрузка нужного документа

В меню команды Вид ▶ Переход отображается список последних открытых в данном сеансе связи документов. Щелчок на имени нужного документа загружает его.

Ссылки на документы, которые просматривались в течение предыдущих сеансов связи, хранятся в журнале. Срок хранения ссылок в папке журнала задается в окне, открываемом по команде Вид ▶ Параметры (Сервис ▶ Свойства обозревателя), вкладка Общие, секция Журнал, флажок Days to keep Pages in history. Окно Журнал открывается командой Вид ▶ Переход ▶ Открыть папку журнала (в версии Internet Explorer 6 команда меню отсутствует, но есть кнопка панели инструментов Журнал). В окне журнала отображается список документов и их доменные адреса. Двойной щелчок на имени нужного документа приводит к его открытию.

Список часто используемых документов обычно формируется в папке Избранное. Добавление ярлыка нужного документа в эту папку выполняется по команде Избранное ▶ Добавить в Избранное. В открывшемся диалоговом окне организовать дополнительную папку в папке Избранное можно с помощью кнопки Создать. Для загрузки нужного документа следует открыть меню Избранное и щелкнуть на ярлыке этого документа.

Работа с электронной почтой

Работа с электронной почтой инициируется командой Вид ▶ Переход ▶ Чтение почты (или кнопкой Почта). По этой команде запускается программа почтового клиента, предварительно выбранная в качестве используемой по умолчанию на вкладке Программы окна Свойства обозревателя (команда Вид ▶ Параметры или Сервис ▶ Свойства обозревателя).

Большинство почтовых программ выводит на экран окно, имеющее кнопку Создать сообщение.

Диалоговое окно Создать сообщение предлагает ввести следующую информацию:

- Кому — электронный адрес получателя;
- Тема — «реферат» сообщения;
- Содержание — текст самого письма.

Для отправки электронного письма следует нажать соответствующую кнопку. Большинство программ электронной почты позволяют формировать адресные книги, включать в текст сообщения автоподписи, присоединять другие файлы к отправляемому письму.

Доступ к телеконференциям

Для доступа к телеконференциям USENET следует выполнить команду Вид ▶ Переход ▶ Чтение новостей или нажать кнопку Discuss. В результате в диалоговом окне появится список тем телеконференций. Выбрав интересующую вас тему, вы сможете читать опубликованные в Интернете сообщения и посылать в группу новостей свои собственные.

Средства поиска информации в WWW

Поиск нужной информации в Интернете (определение адресов тех документов, которые содержат интересующую вас информацию) представляет собой весьма трудоемкую задачу для новичка.

Возможные варианты поиска:

- заимствование адресов необходимых документов из бумажных справочников, сборников наподобие «Желтых страниц» и т. п.;
- использование справочно-поисковых систем.

Все существующие типы справочно-поисковых систем обрабатывают массивы неоднородной информации, содержащейся в Сети, но в их основе лежат различные механизмы поиска и отображения информации. Их можно условно разделить на группы:

- поисковые машины;
- поисковые каталоги;
- базы данных адресов электронной почты;
- системы поиска в архивах Gopher;
- системы поиска на FTP-серверах;
- системы поиска в USENET.

Для WWW наиболее характерны поисковые машины и поисковые каталоги.

Поисковые машины постоянно автоматически исследуют Сеть с целью пополнения своих баз данных документов. Обычно это не требует никаких усилий со стороны человека. *Сетевой агент* — автоматический робот («паук» — spider) обходит все заданные ему web-серверы и собирает у себя индекс — информацию о том, что и на какой странице найдено. Но индексация выполняется чисто формально, проверяется наличие заданных ключевых слов в текстах документов, и по этим подчас случайным совпадениям делаются содержательные выводы. Поэтому никакой осмысленной классификации в поисковых машинах не выполняется. Такие системы часто называют индексаторами. Поисковые машины часто привлекают для поиска фрагменты классификаторов, заимствованные в каталогах, поскольку последние выполняют более содержательный отбор информации.

Каталоги в отличие от поисковых машин пополняют свою информацию по инициативе человека. Добавляемая страница должна быть жестко привязана к принятым в каталоге тематическим разделам. Каталог представляет собой упорядоченную по темам коллекцию ссылок на многочисленные web-страницы и сайты. Каталог, как правило, составляется, обслуживается и поддерживается специалистами разного профиля, которые по заявкам владельцев сайтов или самостоятельно пополняют перечень ссылок и составляют обзоры web-страниц, содержащие краткое описание информационного ресурса, его сетевой адрес и определенные ключевые слова. Каталоги часто называют классификаторами, поскольку они представляют собой иерархические структуры, где все информационные ресурсы расклассифицированы по темам. Классификацию выполняют либо нанятые специалисты, и тогда она бывает качественной (например, каталог «Желтые страницы Internet» — <http://yp.piter.com>), либо владельцы каталога — тогда она весьма специфична и качественно не всегда.

Наиболее мощные и популярные международные поисковые системы: **Google**, **Alta Vista**, **Yahoo**, **InfoSeek**, **WebCrawler**, **Asc Jeeves**, **Excite** и т. д. Но поиск в них информации по русским наименованиям тем (ключевым словам) часто бывает затруднительным, а иногда и невозможным. Поэтому для русскоязычного поиска более удобными являются отечественные поисковые системы **Rambler** (www.rambler.ru), **Yandex** (www.yandex.ru) и **Aport** (www.aport.ru), а также русскоязычные версии **Lycos** (www.lycos.ru) и **Google** (www.google.com.ru).

Основные достоинства этих систем: высокая скорость формирования ответа и простота использования — пользователь обращается на поисковый сервер, задает образ для поиска — ключевые слова интересующей его темы и управляющие элементы синтаксиса запросов, выполняет запрос, и система выдает списки и адреса тех документов, в которых эти ключевые слова встречаются.

Все поисковые системы имеют текстовое поле, в которое вводятся используемые для поиска документов ключевые слова. Для каждой поисковой системы приняты свои правила составления запросов (хотя и похожие), поясняемые обычно на страницах справки этих поисковых серверов.

Общие рекомендации для результативного поиска:

- четкое формулирование цели и темы поиска;
- тщательный подбор ключевых слов с исключением слов общего характера, предлогов, союзов и вспомогательных слов (обычно поисковые системы игнорируют незначимые слова, но осторожность не мешает);
- подбор к ключевым словам максимального количества синонимов и альтернативных слов.

Почти все поисковые системы позволяют выполнять:

- простой поиск, когда задаются лишь ключевые слова без указания структурно-логических отношений между ними;
- расширенный поиск с учетом структурно-логических отношений между словами запроса, с указаниями зон поиска и других ограничений, обуславливающих большую релевантность результатов отбора полезных и отсева ненужных ссылок.

Наиболее мощным и популярным каталогом является **Yahoo** (www.yahoo.com). По оценкам компании Alexa Internet, этот портал — самый посещаемый в мире. По объему собранной информации он лишь незначительно уступает Alta Vista. Это старейший каталог — Yahoo был запущен в начале 1994 года. В марте 1996 года открыт еще один каталог Yahoo — Yahooigans для детей. Поскольку Yahoo основан на подписке пользователей, в нем может не оказаться некоторых нужных сайтов. Если поиск по Yahoo не дал подходящих результатов, клиенты могут воспользоваться поисковой машиной. Когда делается запрос к Yahoo, каталог переправляет его к любой из основных поисковых машин. Первыми ссылками в списке удовлетворяющих запросу адресов следуют адреса из каталога, а затем идут адреса, полученные от поисковых машин, в частности от Alta Vista.

Страница поиска каталога Yahoo показано на рис. 13.7.

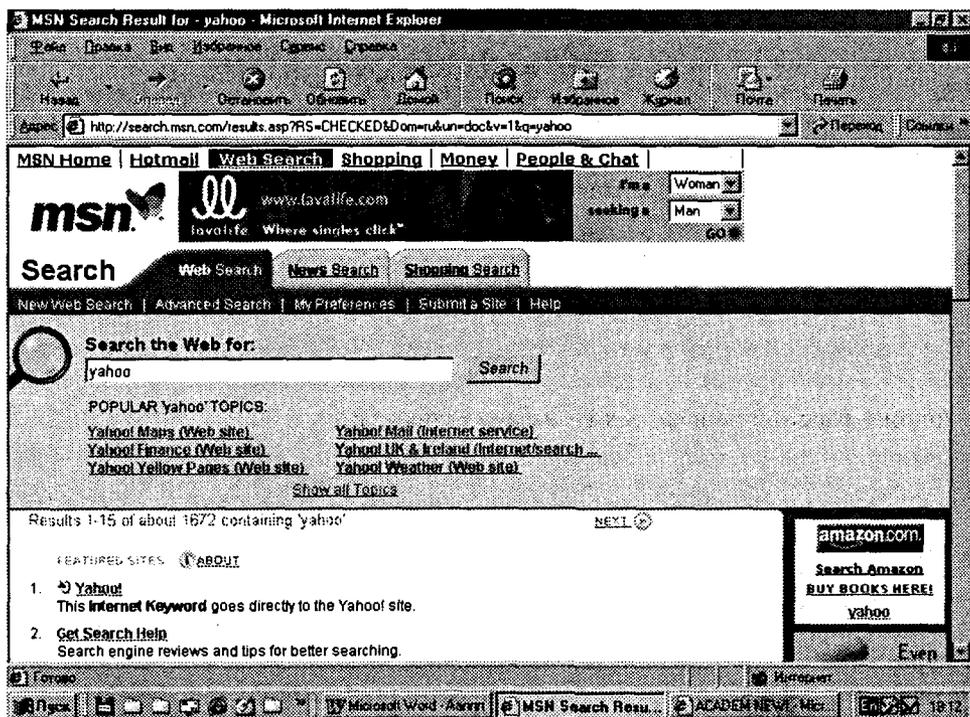


Рис. 13.7. Страница поиска каталога Yahoo

Самая известная из поисковых машин — **Alta Vista** (www.altavista.com), запущена фирмой Digital Equipment Corporation в декабре 1995 года. С 1996 года ее персонал сотрудничает с Yahoo. Эта система индексирует около сотни миллионов HTML-страниц и 13 000 групп новостей. Сейчас она выдает, пожалуй, самый полный результат поиска по Интернету.

Поиск с помощью Alta Vista производится в точном соответствии с введенным ключевым словом с учетом различия строчных и прописных букв. В ответе ключевым

чевые слова запроса выделяются жирным шрифтом. Alta Vista позволяет сохранить результаты поиска, формируя систему закладок. Следует отметить, что эта система, как Google и Lycos, способна осуществлять поиск и с использованием русских слов и словосочетаний.

Одна из самых популярных российских поисковых машин **Яндекс** — часто ее имя пишут как Yandex (Языковый index). Это система полнотекстовой индексации и поиска в текстовых данных с учетом морфологии русского языка. Yandex включает в себя модули морфологического анализа и синтеза, индексации и поиска, а также набор вспомогательных модулей, таких, как анализатор документов, языки разметки, конвертеры форматов, сетевой «паук», который 5 марта 2002 года проиндексировал 1 Тбайт информации.

Алгоритмы морфологического анализа и синтеза, основанные на базовом словаре, умеют нормализовать слова, то есть находить их начальную форму, а также строить гипотезы для слов, не содержащихся в базовом словаре. Система полнотекстового индексирования позволяет создавать компактный индекс и быстро осуществлять расширенный поиск с учетом логических операторов:

- && — логическое И (ключевые слова должны находиться в пределах одного документа);
- пробел или & — краткое логическое И (ключевые слова должны находиться в пределах одного абзаца);
- , или | — логическое ИЛИ;
- () — группирование слов;
- ~ (тильда) — оператор И НЕ (в пределах одного абзаца);
- ~~ (двойная тильда) — оператор И НЕ (в пределах одного документа);
- /(nm) — расстояние в словах (– назад, + вперед);
- &&/(nm) — расстояние в абзацах (– назад, + вперед).

Можно задавать зоны поиска:

- \$Title — поиск в заголовках документов;
- \$A — поиск в ссылках.
- И другие.

В поисковой системе Yandex поддержана возможность осуществлять повторный поиск только в найденных документах (это нужно в случае, если найдено слишком много документов, для уточнения запроса). Yandex умеет работать с текстами как в локальной, так и в глобальной сети (технологии Intranet и Интернет). На рис. 13.8 показана поисковая страница системы.

Последний «крик моды» — новая технология распространения информации в WWW, так называемая push-технология (другие ее названия: «толкай»-технология, технология «широковещания»). **Push-технология** подразумевает отправку пользователю информации с соответствующего сервера в режиме реального времени. Пользователь указывает системе, какие источники и какая тематика сообщений его интересуют, и система сама посылает на его компьютер всю заказанную им новую информацию. Эта технология является альтернативой исполь-

зуемой сейчас pull-технологии (pull — «тяги»), которая предлагает пользователям самим «копаться» в Сети и «перекачивать» к себе найденную информацию самостоятельно.

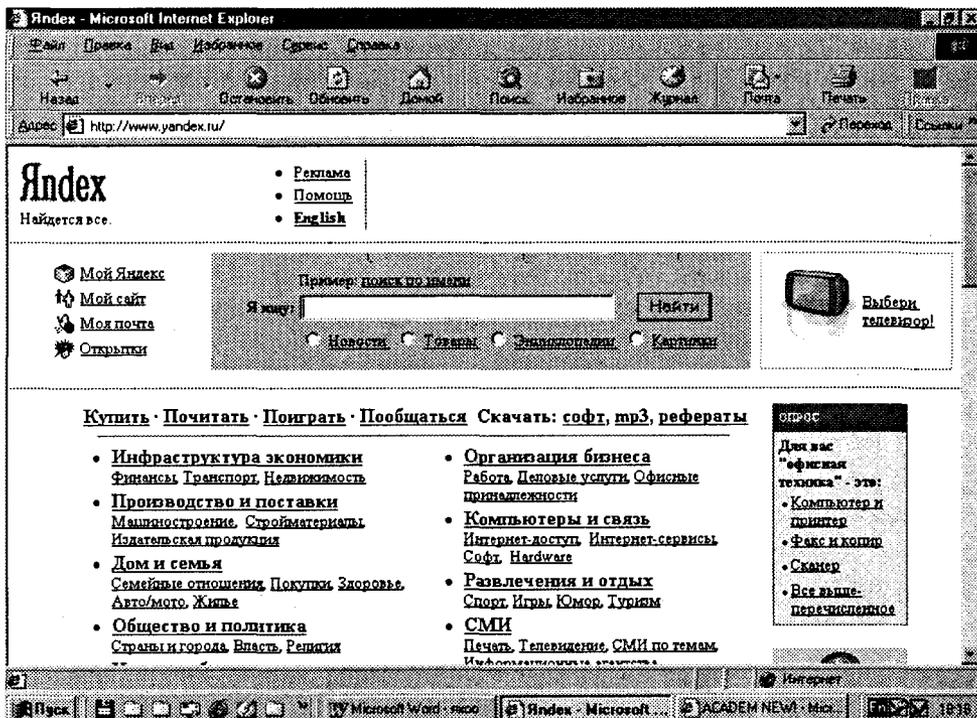


Рис. 13.8. Сервер поисковой машины Яндекс

За последнее время анонсированы десятки новых программ, работающих на основе push-технологии; фирмы Netscape и Microsoft внедряют эту технологию в последние версии своих программных продуктов. Push-программы позволяют передавать информацию не только по электронной почте, но также и на факсимильный аппарат, и на пейджер.

Бизнес и коммерция в Интернете

Технологические возможности World Wide Web позволяют сегодня фирмам создавать в Интернете своеобразные представительства — **WWW-офисы**. На сервере провайдера, а реже и на своем сервере компании помещают специальные демонстрационные программы и рекламные презентации. Такой электронный офис можно посетить, не выходя из дома, познакомиться на экране монитора своего компьютера с коммерческими предложениями, пообщаться с менеджером фирмы. От организации таких выставок до электронной торговли один шаг — достаточно установить программу «обратной связи» с посетителями офиса.

Клиенты многих зарубежных стран уже давно, а в России практически только с 2002 года, через Интернет заказывают авиа- и железнодорожные билеты, номера в гостиницах, покупают с экрана в электронных магазинах любые товары с доставкой на дом, оплачивают покупку не отходя от компьютера с помощью «пластиковых» денег или по банковскому кодированному счету. Виртуальные супермаркеты работают круглосуточно. Компьютерная система заметно снижает затраты производителей на продвижение своих товаров к покупателям, а покупатели часто могут купить товары по цене производителя, то есть дешевле, чем в розничной торговле.

С чего же начинать бизнес в Интернете? Интернет начинается обычно с электронной почты. Но аппетит приходит во время еды. Поработав в автономном режиме (offline) с электронной почтой и осознав ее полезность и экономическую выгодность по сравнению со многими другими видами телекоммуникаций, деловой человек желает проникнуть в online и в пространство WWW. Это дает ему возможность доступа к мировым информационным ресурсам. Можно «перекачивать» «тонны» файлов, читать корпоративные новости различных компаний, осуществлять поиск; короче, «других посмотреть». Но хочется и «себя показать». Для этого как нельзя лучше подходит один из следующих вариантов:

- создание своей web-странички на сервере провайдера;
- создание собственного web-сервера;
- создание тематической web-базы данных.

Сконструировать *рекламную страничку* можно, пользуясь любым внешним текстовым процессором, издательской системой или программами компьютерных презентаций. На этой страничке вы можете показать все, что хотите, с картинками, фотографиями, видео, аудио, мультиками, наконец, — и вашу рекламу увидят миллионы потенциальных партнеров по бизнесу. Стоимость такой рекламы будет ничтожно мала по сравнению с рекламной кампанией на телевидении, радио и даже в газетах. Судите сами: поддержка вашей рекламной странички, объемом до 1 Мбайт (это примерно около 10 страниц текста и 30 рисунков) обойдется вам всего около \$10 в месяц. И это при том, что вашу информацию можно будет в Интернете просматривать круглосуточно.

Отдельные пользователи создают небольшие домашние рекламные странички, небольшие фирмы организуют сайты побольше, а солидные фирмы заказывают уже собственные *web-серверы*. И это вам не скромный уголок на сервере провайдера, который можно сравнить с комнаткой в коммунальной квартире — маленькой, недорогой, с минимальным комфортом. Свой сервер — это совсем другое, это уже отдельная «квартира» со всеми удобствами; в ней можно расположить уже все, что душе угодно и в каких угодно масштабах; на сервер можно пригласить в гости всех, кого пожелаете, не спрашивая разрешения у соседей по квартире и не ущемляя их права. На сервере разворачивается электронное представительство фирмы, размещается всевозможная развернутая информация о ней, организуется обратная связь с клиентами, на базе которой только и можно заниматься реальным бизнесом.

С точки зрения размещения, серверы могут быть *виртуальными* и *физическими*. В случае физического сервера вся ваша информация находится непосредственно на вашем компьютере, а в случае виртуального сервера — на компьютере узла сети.

Многие специализированные фирмы и провайдеры предлагают профессиональную помощь в оформлении web-сервера на должном эстетическом, эргономическом и функциональном уровне, в создании высококачественного его дизайна, в организации эффективной системы программно-аппаратных средств поддержки сервера.

Более высокий уровень «показа себя» — это создание структурированных тематических информационных файлов — *WWW-баз данных*. Эта акция уже под силу только крупным фирмам. База данных отличается от информационных файлов на сервере прежде всего наличием собственного развитого поискового сервиса.

На основе web-серверов и баз данных можно организовать системы эффективной электронной торговли. *Электронная торговля* — это самый современный способ ведения бизнеса, позволяющий фирмам, оптовым торговцам сократить издержки, повысить качество товаров и услуг и увеличить скорость доставки их конечному потребителю. При помощи электронной торговли можно добиться увеличения доходов за счет привлечения дополнительных заказчиков, снижения себестоимости продукции, сокращения цикла движения товара, улучшения качества услуг. Такие важные проблемы, как обработка электронных платежей, безопасность передачи коммерческой информации и конфиденциальность, могут быть решены с участием уже наработанного в большом количестве стандартного программного обеспечения. У тех, кто работал в Сети, не возникает сомнений, что Интернет скоро станет жизненно необходим для ведения бизнеса.

На рис. 13.9 показан фрагмент web-странички «За Российский цифровой червонец».

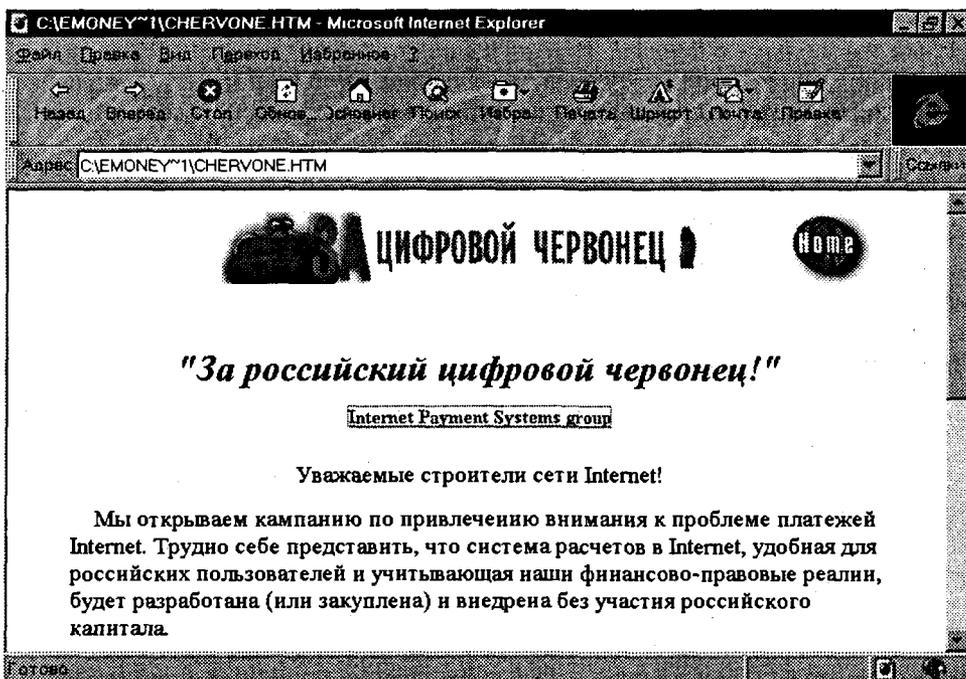


Рис. 13.9. Фрагмент web-странички «За Российский цифровой червонец»

Действительно, электронная торговля занимает все больше места в World Wide Web, становясь неотъемлемой ее частью. Сегодня 70% новых соединений Интернета приходится на долю коммерческих организаций. В ежегодном «Докладе по электронной торговле и развитию» одноименной конференции ООН (UNSTAD) эксперты отмечают, что в 2002 году через Интернет было продано товаров и услуг на сумму 2,3 млрд долларов, и прогнозируют, что к 2006 году 18% всех сделок купли-продажи в мире будет проходить в Сети.

Серьезной проблемой электронной торговли являются *электронные платежи* и, в частности, их безопасность. С особенностями выполнения электронных платежей вас познакомит тематический web-сервер Интернета. Установив указатель мыши на любой значок (указатель превращается в ладонь с «указующим перстом») и щелкнув на нем, можно получить разъясняющую информацию по выбранной теме. В ряде случаев текст разъяснения содержит выделенные слова, и щелкнув на них, можно получить соответствующую дополнительную информацию (используется уже известный нам принцип *гипертекста*).

На рис. 13.10 приведена копия фрагмента статьи из Интернета об электронных платежах и их безопасности, вероятно интересующая всех пользователей (полный текст размещен по адресу <http://isher.agava.ru/dmoney/pay1.html>).

Одним из показателей роста числа бизнес-серверов являются так называемые электронные торговые центры — на Западе называемые CyberMalls, — число которых в Сети стремительно увеличивается. Электронный торговый центр — это место, где можно найти информацию о различных коммерческих компаниях, и откуда можно попасть во всевозможные электронные магазины. CyberMall позволяет посетить множество магазинов целенаправленно, без утомительного перемещения по Интернету в поисках нужных товаров и услуг.

Итак, открыв *электронный магазин* на web-сервере, вы получите возможность:

- расширить рынок сбыта, так как огромное количество людей у нас в стране и за рубежом познакомятся с вашей фирмой, ее продукцией и услугами;
- увеличить объем продаж, поскольку создается дополнительная торговая точка;
- уменьшить производственные издержки, так как затраты на продвижение и торговлю товарами в электронном магазине меньше, чем в обычном;
- догнать и обогнать конкурентов, потому что реклама о товарах в электронном магазине более оперативна и массова;
- торговать с любыми странами, не открывая классического магазина в каждой из них;
- работать в магазине, находясь в любом месте, например в домашнем офисе или в автомобиле;
- работать в любое время дня и ночи.

Все больше фирм используют Интернет для бизнеса и телекоммуникаций, Сеть быстро становится стандартной платформой взаимодействия коммерческих организаций друг с другом. Интернет оснащается все более дружественными к бизнесу программными средствами, обеспечивающими, в частности, безопасные способы электронной покупки и продажи.

Основные виды цифровых денег и уровень их безопасности.

Условно все электронные платежные системы можно разбить на два вида.

Кредитные системы, опирающиеся на использование кредитных карт для расчетов между участниками сделки с привлечением дополнительных мер безопасности (шифрование обмена сообщениями, цифровая подпись), среди них CyberCash, CheckFree, Open Market, First Virtual, а также стандарт SET предложенный для платежей в интернете компаниями VISA и MasterCard. Все кредитные системы требуют подтверждения кредитоспособности клиента или годности представленных платежных средств третьей стороной (банкомэмитентом или компаниейавторизатором).

Дебетовые системы, основанные на использовании цифровых эквивалентов чеков и наличных, такие как DigiCash, NetCash, NetChex, NetBill и др. При этом, дебетовые системы, основанные на использовании цифровых наличных не требуют подтверждения со стороны третьей стороны, в результате чего стоимость их использования стремиться к нулю, что в свою очередь означает, что они легко могут быть использованы для микроплатежей.

Кроме того, что электронные платежные системы можно разделить на кредитные и дебетовые, системы можно разделить на анонимные (когда не возможно проследить за деньгами, как и почему они переходили "из рук в руки") и не анонимные (в этом случае в зависимости от степени открытости либо только банк либо еще и «продавец» может получить персональные и банковские данные клиента, включая и детали покупки.)

Для того, чтобы понять насколько безопасны платежи в интернете, нужно ответить на три вопроса:

Может ли персональная и банковская информация быть перехвачена во время транзакции?

Может ли персональная и банковская информация быть получена из данных «продавцов», банков?

Может ли быть использована информация, в случае овладении ею?

Проще всего, конечно сразу ответить «нет, нет и нет». Однако, чтобы прояснить реальное положение дел, заметим что:

Против перехвата работают мощные алгоритмы шифрования информации, основанные на таких методах криптографии как шифрование с закрытым ключом и шифрование с открытым ключом. Серьезность этих методов такова, что они приравнены в США к оружию.

Расшифровать послание в принципе возможно, но для этого понадобились бы компьютерные затраты на несколько миллионов долларов. Стоят ли эти затраты тех сумм, которыми покупатель оперирует в интернете?

Большинство рассматриваемых электронных платежных систем используют такие схемы, что банковская и персональная информация вообще не попадает к «продавцу». В некоторых системах эта информация вообще не «ходит» по интернету, а передается один раз факсом, по телефону, с помощью обычной почты.

Большинство рассматриваемых систем используют в своих схемах цифровую подпись (технология, основанная на шифровании с открытым ключом), которую также маловероятно подделать, как и расшифровать послание. Для подтверждения оплаты также применяются всевозможные идентификаторы пользователя и пароли.

Таким образом точный ответ на поставленные три вопроса «практически невозможно, крайне мало вероятно и крайне мало вероятно», хотя для некоторых систем все три ответа «практически невозможно».

Итак, расшифровать транзакции, выполненные в интернете с применением соответствующих алгоритмов криптографии, практически невозможно. Практически означает, что, по крайней мере, пока криптоаналитик "пробьет брешь" в криптотексте, сам исходный текст потеряет всякую ценность. Особые меры безопасности принимаются ко всему связанному с передачей информации о деньгах и, в особенности, с передачей самих денег (цифровых наличных)..

Рис. 13.10. Копия фрагмента статьи об электронных платежах и их безопасности

Вопросы для самопроверки

1. Что такое Интернет? Дайте краткую его характеристику.
2. Назовите и поясните основные функции сети Интернет.
3. Назовите и поясните основные протоколы, используемые в Интернете на сетевом, транспортном и прикладном уровнях управления.

4. Опишите системы адресации, принятые в сети Интернет.
5. В чем разница интерактивного и автономного вариантов общения пользователей с Интернетом?
6. Перечислите возможные варианты подключения пользователей к сети Интернет.
7. Дайте краткую характеристику базовых пользовательских технологий: FTP, Telnet, BBS, USENET.
8. Поясните разницу в службах прямого общения пользователей: Web Chat, IRC, IRQ.
9. Назовите основные протоколы и укажите функциональные возможности электронной почты.
10. Дайте краткую характеристику гипертекстовой технологии работы в WWW.
11. Что такое обозреватели Интернета? Поясните технологию работы с браузером.
12. Что такое поисковые системы? Дайте им краткую характеристику.
13. Бизнес и торговля в Интернете. Как они организуются?

Глава 14 Корпоративные компьютерные сети

По одному из типов классификации, как уже говорилось, локальные вычислительные сети подразделяются на сети рабочих групп, отделов, кампусов и корпоративные сети.

Корпоративные сети — сети масштаба предприятия, корпорации. Поскольку эти сети обычно используют коммуникационные возможности Интернета, территориальное размещение для них роли не играет. Корпоративные сети относят к особой разновидности локальных сетей, имеющей значительную территорию охвата. Сейчас корпоративные сети весьма активно развиваются и их часто называют сетями *интранет*.

Интранет (интрасеть) — это частная внутрифирменная или межфирменная компьютерная сеть, обладающая расширенными возможностями благодаря задействованию в ней технологий Интернета, имеющая доступ в сеть Интернет, но защищенная от обращений к своим ресурсам со стороны внешних пользователей. Ее можно определить и как систему хранения, передачи, обработки и доступа к межфирменной и внутрифирменной информации с использованием средств локальных сетей и сети Интернет.

Полнофункциональная интранет-сеть должна обеспечивать, как минимум, выполнение таких базовых сетевых технологий, как:

- сетевое управление;
- сетевой каталог, отражающий все остальные службы и ресурсы;
- сетевую файловую систему, базу данных;
- корпоративную базу данных и соответствующую СУБД;
- интегрированную передачу сообщений (электронная почта, факс, телеконференции и т. д.);
- работу в World Wide Web;
- сетевую печать;
- защиту информации от несанкционированного доступа.

Инtranет-сеть может быть изолирована от внешних пользователей Интернета с помощью средств сетевой защиты — брандмауэра. Программное обеспечение брандмауэров, располагающееся обычно на web-серверах, обеспечивает защиту от несанкционированного доступа к корпоративной сети и получения из нее конфиденциальной информации. Информация же в сети Интернет и все ее услуги доступны всем пользователям интранет-сети.

На современном высококонкурентном рынке получение доступа к новейшей информации становится важнейшим компонентом успеха в бизнесе. Поэтому сеть интранет сейчас можно рассматривать как наиболее перспективную среду для реализации корпоративных приложений.

История интранет-сетей начинается с 1994 года, когда термин Intranet был предложен для корпоративных компьютерных сетей (ККС), построенных на принципах, заимствованных из сети Интернет. Этот подход универсален для любого предприятия, независимо от конкретного производственного профиля и масштаба. Возможная конфигурация сети интранет для небольшого предприятия показана на рис. 14.1 (сервер непосредственно подключается к Интернету).



Рис. 14.1. Конфигурация интранет-сети для небольшого предприятия

Инtranет — это перенос апробированных web-технологий в корпоративные сети. В отличие от продуктов корпоративного локального построения (groupware), интранет-системы используют уже готовые и более дешевые коммуникационные компоненты. Так, по оценкам зарубежных экономистов, стоимость внедрения технологии интранет в крупных корпорациях составляет порядка 50 долларов в расчете на одно рабочее место.

От Интернета наследуется простота объединения в одну инфраструктуру разнородных технических средств и операционных систем. Из Интернета же заим-

ствуются и основные сетевые протоколы транспортного (TCP) и сетевого (IP) уровней.

Процесс разработки корпоративных систем существенно упрощается, поскольку отпадает необходимость в разработке интеграционного проекта. Так, отдельные подразделения могут создавать собственные подсистемы, используя свои ЛВС, серверы, никак не связывая их с другими подразделениями. В случае необходимости, они могут включаться в единую систему предприятия.

На клиентском компьютере должна иметься программа-браузер, осуществляющая доступ к объектам WWW и перевод HTML-файлов в видимое изображение. Эти файлы должны быть доступны вне зависимости от операционной среды пользователя. Таким образом, серверные приложения обязаны создаваться инвариантными от клиентов, и их разработка должна быть полностью нацелена на реализацию *функциональных задач* корпорации и наличие *универсального клиента*.

Таблица 14.1. Эволюция ведомственных информационных сетей

Период времени	Категория сети	Передаваемая информация	Вид трафика	Цель управления трафиком
До 1995 года	Сеть типа «клиент-сервер»	Цифровые данные	Монопотоки данных между сервером и рабочими станциями	Увеличение пропускной способности
1995–2000 годы	Интрасеть предприятия	Цифровые данные, текст, графика	То же, но обогатненное множественными ссылками и включениями данных, размещенных на разных серверах сети (пользователь же видит единый связный поток)	Масштабирование и оптимизация пропускной способности
После 2000 года	Интрасеть с приложениями реального времени	То же + аудио- и видео-информация	Трафик, основанный на гипермедиа (гиперметоде в среде мультимедиа), в том числе включая приложения, работающие в реальном времени: голосовой телефон, видеоконференции, аудио- и видео-программы, дистанционное обучение	Гарантированное качество обслуживания

Современные системы управления крупными предприятиями прошли путь от строго централизованных до распределенных систем. Информационная технология, обеспечивающая поддержку распределенного управления, строилась на базе систем с архитектурой «клиент-сервер». Распределенное управление сочеталось с распределенными коммуникациями, хотя и возникли серьезные проблемы в сфере управления распределенными базами данных (обеспечение целостности и непротиворечивости данных, синхронности актуализации, защиты от несанкционированного доступа), администрирования информационных и вычислительных ресурсов сети и т. д.

Построение систем управления на принципах интранет позволяет сочетать лучшие качества централизованных систем хранения информации с распределенными коммуникациями.

Сегодня на наших глазах происходит новая промышленная революция — и снова в области вычислительной техники. Если на предыдущем этапе информационные технологии понимались прежде всего как обработка данных в широком смысле, то сегодня акценты изменились в пользу их транспортировки и совместной распределенной обработки, в пользу унификации доступа к разнородным данным, в пользу телекоммуникационных технологий. Центральным направлением в практике программирования стали распределенные архитектуры. На рынке программного обеспечения наиболее быстрый рост происходит в области интернет-технологий и средств групповой работы.

Анализ развития ведомственных информационно-вычислительных сетей позволяет сформулировать технологические особенности их построения в различные периоды времени; обобщенно это представлено в табл. 14.1.

Корпоративные информационные системы

Корпоративные сети являются неотъемлемой частью корпоративных информационных систем (КИС). Корпоративная информационная система и КИС — это общепринятые сейчас название и аббревиатура интегрированных информационных систем управления. За рубежом подобные системы почти так и называются: Management Information system (MIS), единственно отсутствует прилагательное «интегрированные», которое здесь важно. Эти системы являются наследницами интегрированных автоматизированных систем управления (ИАСУ), в недалеком прошлом так популярных в экономике, что говорили даже об «АСУПизации всей страны» (по аналогии с электрификацией). Теперь из ИАСУ определение «автоматизированная» можно без ущерба изъять, поскольку современных, сколько-нибудь солидных систем управления без компьютера (то есть неавтоматизированных) просто не бывает. Но попробуем определить КИС более точно.

Корпоративные информационные системы — это интегрированные системы управления территориально распределенной корпорацией, основанные на углуб-

ленном анализе данных, широком использовании систем информационной поддержки принятия решений, электронном документообороте и делопроизводстве. КИС призваны объединять стратегию управления (бизнес-стратегию) предприятием и передовые информационные технологии.

Основные характеристики КИС:

- обеспечение полного цикла управления в масштабах корпорации: нормирование, планирование, учет, анализ, регулирование с поддержкой обратной связи в условиях информационной и функциональной интеграции;
- территориальная рассредоточенность и значительные масштабы системы и объема управления;
- неоднородность составляющих технического и программного обеспечения структурных компонентов системы управления;
- единое информационное пространство для выработки управленческих решений, объединяющее управление финансами, персоналом, снабжением-сбытом и процесс управления производством;
- функционирование в неоднородной операционной среде на нескольких вычислительных платформах;
- реализация управления в реальном масштабе времени;
- высокая надежность, безопасность, открытость и масштабируемость информационных компонентов.

КИС – управленческая идеология, объединяющая бизнес-стратегию предприятия с выстроенной для ее реализации структурой и передовыми информационными технологиями. Центр тяжести при этом ложится на отработанную структуру системы управления, автоматизация выполняет второстепенную, инструментальную роль. Обобщенная структура управления бизнесом включает в себя четыре основных блока: объект управления, блок управления, ресурсы, математическую модель (модель текущего, переходного и конечного состояния).

Концепция построения КИС в экономике предусматривает наличие типовых компонентов:

- ядро системы, обеспечивающее комплексную автоматизацию совокупности бизнес-приложений, содержит полный набор функциональных модулей для автоматизации задач управления;
- система автоматизации документооборота в рамках корпорации (предприятия);
- вспомогательные инструментальные системы обработки информации (экспертные системы, системы подготовки и принятия решений и т. д.) на базе хранилищ данных КИС;
- программно-технические средства системы безопасности КИС;
- сервисные коммуникационные приложения (факс-серверы, электронная почта, программное обеспечение удаленного доступа);
- интернет/интранет-компоненты для доступа к разнородным базам данных и информационным ресурсам, сервисным услугам;

- офисные программы (текстовый редактор, электронные таблицы, переводчики, презентационная графика и т. п.);
- системы специального назначения (системы автоматизированного проектирования — САПР, автоматизированные системы управления технологическими процессами — АСУТП, банковские системы и т. п.).

К основным проблемам построения КИС относятся:

- выбор методологии и технологии выполнения проектных работ;
- определение состава технических, программных средств и информационных ресурсов;
- проведение системной интеграции стандартных компонентов при создании информационных технологий;
- выработка базовых концепций корпоративности ИС.

Наиболее значимыми характеристиками КИС являются:

- архитектура информационной системы (состав элементов и их взаимодействие);
- сетевые технологии, их масштабы и топология сети;
- функциональная структура управления, реализованная в информационной системе (состав подсистем, комплексов задач);
- организационная форма хранения информации (централизованная или распределенная база данных);
- пропускная способность системы (скорость обработки транзакций);
- объем информационного хранилища данных;
- системы документов и документооборот;
- количество пользователей КИС;
- пользовательский интерфейс и его возможности;
- типовые информационные технологии процессов сбора, передачи, обработки, хранения, извлечения, распространения информации.

Интересная концепция представления информационной системы предприятия как его нервной системы сформулирована в сетевой платформе корпорации Microsoft. Глава корпорации Билл Гейтс определяет электронную нервную систему предприятия прежде всего как среду, автоматизирующую исполнение заранее запланированных действий и событий, планирование и учет, позволяющую своевременно реагировать на незапланированные события и изменения ситуации и дающую, таким образом, огромные преимущества в конкуренции. Электронная нервная система (digital nervous system) современного предприятия должна (как и нервная система живого организма) обладать способностью мгновенно реагировать на любые изменения в окружающем мире и анализировать ситуацию, помогая людям принимать быстрые и правильные решения.

Электронная нервная система по концепции Microsoft основывается на шести основных принципах:

- архитектура вычислительных систем на базе ПК;
- представление всей информации в цифровой форме;
- универсальная система электронной почты;

- постоянная связь;
- стандартные рабочие инструменты конечных пользователей;
- интегрированные приложения, специфичные для конкретного вида бизнеса.

Особенности архитектуры корпоративных компьютерных сетей

Архитектуру корпоративных информационных систем можно рассматривать с разных позиций.

Функциональная архитектура КИС определяет состав функциональных подсистем и комплексов задач, обеспечивающих реализацию бизнес-процессов. В соответствии с функциональной архитектурой формируются организационные компоненты КИС, в первую очередь, это сеть коммуникаций, рабочие станции (автоматизированные рабочие места, АРМ) конечных пользователей и серверная подсистема сети, определяется их взаимодействие.

Информационно-технологическая архитектура включает в себя аппаратно-программную платформу реализации КИС, организационную форму базы данных, архитектуру и топологию компьютерной сети, средства телекоммуникации, комплекс технических средств обработки данных.

Определяется информационно-технологическая архитектура КИС используемыми программными и техническими средствами, в том числе средствами телекоммуникаций и средствами построения баз данных.

Компьютерные сети являются неотъемлемой и важнейшей частью КИС, во многом определяющей ее архитектуру.

На сегодняшний день сложились типовые информационно-технологические структуры КИС и соответствующие структуры ККС:

Централизованная обработка данных (рис. 14.2), когда на одном компьютере установлены и функционируют средства:

- пользовательского интерфейса, обеспечивающие интерактивный режим работы пользователя (в том числе и «средства презентации данных»);
- содержательной обработки — программы приложений;
- организации и использования баз данных.



Рис. 14.2. Взаимосвязи основных компонентов системы централизованной обработки данных

Файл-серверная распределенная обработка данных (рис. 14.3): на рабочей станции находятся средства пользовательского интерфейса и программы приложений, на сервере хранятся файлы базы данных.

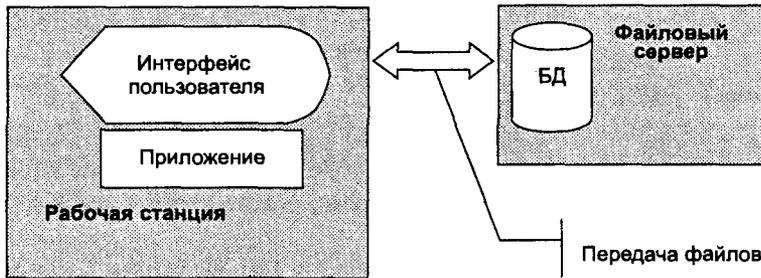


Рис. 14.3. Взаимосвязи основных компонентов файл-серверной сети

Клиент-серверная двухуровневая распределенная обработка данных (рис. 14.4): на рабочей станции находятся средства пользовательского интерфейса и программы приложений (рабочие станции относятся к категории «толстых клиентов»), на сервере баз данных хранятся СУБД и файлы базы данных. Рабочие станции (клиенты) посылают серверу запросы на интересующие их данные, сервер выполняет извлечение и предварительную обработку данных. По сравнению с предыдущим вариантом существенно уменьшается трафик сети и обеспечивается прозрачность доступа всех приложений к файлам базы данных.

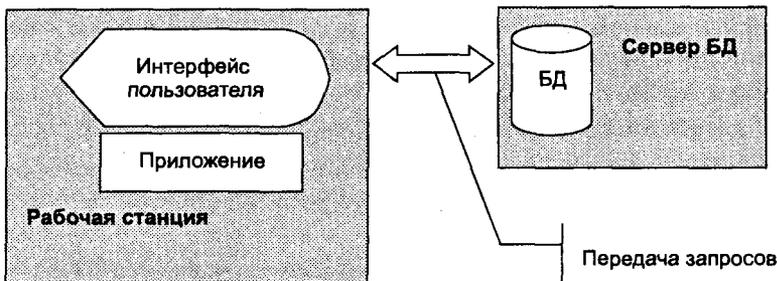


Рис. 14.4. Взаимосвязи основных компонентов двухуровневой клиент-серверной сети

Клиент-серверная многоуровневая распределенная обработка данных (рис. 14.5): на рабочей станции находятся только средства пользовательского интерфейса, на сервере приложений — программы приложений, а на сервере баз данных хранятся СУБД и файлы базы данных. Серверы выполняют всю содержательную обработку данных, рабочие станции являются «тонкими клиентами», и на их месте могут использоваться NET PC — «сетевые компьютеры». Если серверов приложений и серверов баз данных в сети несколько, то сеть становится *клиент-серверной многоуровневой*.

Наличие выделенных уровней в технологической структуре делает возможным варьирование аппаратных и программных средств для реализации структурных

составляющих информационно-технологической архитектуры ККС: выбор операционных систем, СУБД, интерфейсов пользователей, серверов и рабочих станций.



Рис. 14.5. Взаимосвязи основных компонентов трехуровневой клиент-серверной сети

Наиболее традиционной для информационных систем масштаба предприятий пока является двухзвенная архитектура клиент-сервер. Если логика прикладной части системы достаточно сложна, то такой подход порождает проблему «толстого» клиента, когда каждая рабочая станция должна обладать достаточным набором ресурсов для прикладной обработки данных. Для повышения общей эффективности системы применяется *трехзвенная архитектура клиент-сервер*, которая сегодня становится для ККС доминантной. В этой архитектуре, кроме клиентской части и сервера базы данных, вводится *промежуточный сервер приложений*. На стороне клиента выполняются только интерфейсные действия, а вся логика обработки информации поддерживается в сервере приложений.

Концепция построения КИС в экономике предусматривает наличие таких типовых компонентов:

- ядро системы, обеспечивающее комплексную автоматизацию совокупности бизнес-приложений, содержит полный набор функциональных модулей для автоматизации задач управления;
- система автоматизации документооборота в рамках корпорации (предприятия);
- вспомогательные инструментальные системы обработки информации (экспертные системы, системы подготовки и принятия решений и т. д.) на базе хранилищ данных КИС;
- программно-технические средства обеспечения безопасности КИС;
- сервисные коммуникационные приложения (факс-серверы, электронная почта, программное обеспечение удаленного доступа);
- интернет/интранет-компоненты для доступа к разнородным базам данных и информационным ресурсам, сервисным услугам;
- офисные программы (текстовый редактор, электронные таблицы, переводчики, презентационная графика и т. д.);
- системы специального назначения (системы автоматизированного проектирования — САПР, автоматизированные системы управления технологическими процессами — АСУТП, банковские системы и т. п.).

Программная реализация большинства из этих компонентов должна обеспечиваться сетевой операционной системой.

При планировании корпоративной информационной системы очерчивается определенный круг задач, решение которых является первоочередным.

Первая группа задач — управление бизнес-процессом. Эти задачи решаются использованием прикладных пакетов программ управления корпорацией: «Галактика», «БОСС-корпорация», Platinum, SAP/R3 и т. д.

Вторая группа задач не связана с функциональными задачами управления и представляет собой сервисные программы прикладных процедур сети:

- организации совместного использования файлов и принтеров;
- обеспечения доступа к корпоративной базе данных;
- организации сетевых теле- и видеоконференций;
- обеспечения коллективной работы над документами;
- обеспечения связи с удаленными филиалами;
- работы в сети Интернет и т. д.

Базовыми компонентами информационной системы, необходимыми для решения первоочередных задач, являются следующие серверные и клиентские программные продукты:

- сетевая операционная система, предназначенная для обеспечения основных сетевых сервисов, для организации совместного доступа к файлам и принтерам, для работы в качестве сервера приложений при реализации модели клиент-сервер;
- сервер баз данных, обеспечивающий выполнение всех операций с базами данных, хранение и поддержку целостности базы, доступность и высокую скорость обработки данных;
- сервер электронной почты, позволяющий организовать обмен сообщениями на внутреннем и внешнем уровнях, наладить совместную работу пользователей в рамках организации, а также групповое и индивидуальное планирование;
- сервер удаленного доступа, предоставляющий сотрудникам удаленных филиалов прозрачный доступ к корпоративным данным и основным сетевым ресурсам и сервисам;
- сервер управления системой, дающий возможность централизованно решать задачи сетевого администрирования, предоставляя удобные средства удаленного управления и диагностирования системы, учета аппаратного и программного обеспечения;
- клиентское программное обеспечение, включающее в себя локальную операционную систему и программы выполнения типовых прикладных заданий пользователя, предлагающие пользователям удобные средства формирования материалов и документов, поиска и выбора информации, просмотра данных, а также настройки рабочей среды.

Для построения корпоративных компьютерных сетей используется большое число сетевых операционных систем (MS Windows NT 4.0 Server, MS Windows Client License 2000, MS Windows Internet Conn 2000, MS BackOffice Server 2000; IBM OS/2 Warp Server, Compaq Tru 64 Unix), не меньшее число локальных ОС

для рабочих станций, но наибольшей популярностью, как и для небольших ЛВС, пользуются СОС фирм Microsoft (MS Windows Server 2000) и Novell (Novell NetWare 5.1).

Корпоративные сети на основе ОС Windows Server 2000

К основным функциям сетевой платформы КИС относятся:

- ❑ формирование и поддержка сетевой топологии — сетевые протоколы, взаимодействие сегментов сети;
- ❑ обеспечение доступа к ресурсам системы — службы файлов и печати, работа клиент-серверных приложений;
- ❑ предоставление гибких механизмов управления — система безопасности, служба каталогов.

Операционная система Windows Server 2000 является высокопроизводительной, защищенной и надежной сетевой операционной системой, которая занимает лидирующее место среди корпоративных сетевых технологий в качестве интегрированной платформы для КИС любого масштаба. Все названные функции платформы реализованы в составе операционной системы и основаны на масштабируемой архитектуре. Это означает, что Windows Server 2000 позволяет построить большую локальную сеть на первом этапе развития информационной системы, а в дальнейшем, при расширении предприятия, при добавлении новых более мощных и сложных служб, та же самая установленная операционная система сможет обеспечивать функциональность платформы уже корпоративной сети.

Построение сети начинается с выбора сетевых протоколов. Этот выбор во многом определяет топологию сети и стратегию ее развития. Windows Server 2000 поддерживает следующие важные протоколы: IPX, SPX, TCP и IP. Если для малых, мало сегментированных сетей удачным может быть выбор протоколов SPX/IPX на транспортном и сетевом уровнях, то для больших корпоративных сетей необходимы более мощные интернет-протоколы TCP/IP. Уже начиная с версии 3.51 Windows NT Server использует в качестве основного протокола TCP/IP. Особенно следует подчеркнуть, что в Windows Server 2000 не просто реализован стек IP и сопутствующих протоколов, но и предлагается набор дополнительных сервисных служб, позволяющих принципиально упростить как использование TCP/IP, так и управление им.

В качестве серверов применяются:

- ❑ **сервер баз данных Microsoft SQL Server** — обеспечивает безопасность данных, высокие производительность и масштабируемость, удобство администрирования и интеграцию со службами Интернета; он входит в группу лидеров на рынке мощных клиент-серверных СУБД;
- ❑ **сервер электронной почты Microsoft Exchange Server** — обеспечивает средства автоматизации групповой работы, поддерживает открытые стандарты Интернета; этот сервер выбрали в качестве корпоративного стандарта многие компании: DEC, Boeing, Siemens, General Electric и т. д.;

□ **сервер удаленного доступа**, обеспечивающий сотрудникам удаленных филиалов прозрачный доступ к корпоративным данным и основным сетевым ресурсам и сервисам, реализован в виде службы **Remote Access Service**.

Автоматизировать процедуры управления программными и аппаратными ресурсами сети позволяет Systems Management Server — система автоматического управления рабочими станциями на базе Windows 95/98 и Windows NT Workstation и серверами на базе Windows NT/2000 Server. Использование на рабочих станциях этих операционных систем и пакета настольных приложений MS Office 2000 позволяет обеспечить пользователей всеми необходимыми ресурсами для эффективной работы и осуществить интегрированный подход к формированию системы.

Вопросы общей архитектуры построения сетей на базе Windows Server 2000 были рассмотрены в главе 12 «Локальные вычислительные сети». Ниже остановимся лишь на особенностях администрирования и сервисных службах, специфических для больших корпоративных сетей.

Администрирование и сервисные службы Windows Server 2000

Администрирование (организационно-техническое управление) больших корпоративных сетей — дело весьма сложное. При администрировании сети возникают проблемы не только с задачами распространения соответствующей среды для бизнес-вычислений на компьютеры пользователей, но и с поддержкой этой среды и расходами, связанными с простоями. Администраторы должны рассылать пользователям именно те приложения, которые необходимы им для выполнения задач, а также обеспечивать административное управление таким образом, чтобы поддерживать на должном уровне качество обслуживания и время безотказной работы оборудования для всей сети в целом.

Для снижения расходов на управление и поддержку его качества обычно создают три различных направления работы администраторов, каждое из которых отвечает за определенные задачи управления и удовлетворение определенных потребностей пользователей.

Управление рабочими местами

Цель управления: обеспечить пользователей необходимыми вычислительными ресурсами. Трудности возникают в связи с множеством конфигураций рабочих мест и различными технологиями управления.

Управление рабочими местами, как правило, включает в себя однообразную работу — установку и обновление приложений, перемещение пользователей и т. д. Соответственно, диспетчеры поддержки рабочих мест часто работают на переднем крае, где выявляются, диагностируются и устраняются проблемы. Из-за того что пользователи могут находиться на значительном расстоянии, специалисты, выполняющие поддержку рабочих мест, пытаются решить максимальное количество проблем, не подходя к каждому рабочему месту в отдельности. Это создает потребность в средствах администрирования, которые хорошо работают в режиме удаленного доступа. Средства управления рабочим местом должны поддерживать

широкий диапазон настроек и служб рассылки, включая рассылку приложений, средства измерения и средства управления групповой политикой.

Управление сетью

Цель управления: обеспечить штатную работу сети. Основные проблемы связаны с большим числом и разнообразием источников помех и нестационарностью графика.

Управление сетью имеет первоочередной целью обеспечить передачу максимально возможного объема данных при хорошей достоверности, доступности и безопасности. Управление сетью в большей степени, чем центр обработки данных и управление рабочими местами, связано с текущим контролем состояния огромного числа сетевых устройств. На этом направлении весьма полезно использование диагностических средств контроля, которые предупреждают о возникновении проблем, автоматически фиксируя их по мере появления и выдавая при необходимости предупреждения.

Управление центром обработки данных

Основная цель: обеспечить доступность служб и достоверных данных. Основные требования: гарантированное качество обслуживания и сохранность ключевых данных.

Специфика работы диспетчеров центра обработки данных заключается в поставке большим группам пользователей большого количества централизованно предоставляемых служб работы с приложениями. Отсюда весьма жесткие требования к надежности работы этих диспетчеров и к достоверности рассылаемых пользователям приложений.

Основные сервисные службы, имеющиеся в сетевой операционной системе Windows Server 2000:

- служба каталогов — обеспечивает поиск, идентификацию и управление всеми ресурсами и пользователями, имеющимися в системе;
- служба удаленного доступа — позволяет удаленным пользователям подключаться к своей корпоративной сети и работать так, как будто пользователь находится на своем обычном рабочем месте;
- файловая служба — обеспечивает доступ к распределенным файловым ресурсам корпоративной сети;
- служба сценариев — поддерживает исполнение сценариев, встроенных в операционную систему. Позволяет администратору упростить автоматизацию процессов с использованием предпочтительных для него языков программирования;
- служба терминалов — предоставляет возможность работать в операционной системе Microsoft Windows 2000 рабочим местам, на которых в данный момент нельзя ее запустить непосредственно;
- служба безопасности — отвечает за присвоение прав управления доступом, аудит и управление ресурсами;
- службы групповой политики — обеспечивают рассылку пользователям непропорциональной и надежной информации.

Служба каталогов

Служба каталогов — один из наиболее важных компонентов корпоративной компьютерной сети, это та центральная ось, вокруг которой «вертится» большая распределенная система. Она существенно повышает управляемость, масштабируемость и надежность сети. Служба каталогов является как средством управления сетью, так и средством, используемым конечными пользователями.

Одной из проблем, возникающих при работе в крупных распределенных компьютерных сетях, является идентификация и поиск таких компонентов, как пользователи, группы и документы. На предприятиях есть большое количество каталогов, имеющих разные наборы интерфейсов, что существенно затрудняет работу с ними. Служба каталогов предоставляет способ объединения каталогов, поиска и идентификации пользователей и ресурсов, зарегистрированных в ней.

Основные задачи службы каталогов:

- ❑ интеграция информации обо всех ресурсах системы (подключенных серверах и рабочих станциях, базах данных и их файлах, периферийных устройствах, учетных записях пользователей и групп, списках прав доступа к определенным ресурсам системы и т. д.);
- ❑ обеспечение централизованного управления сетью из единого центра;
- ❑ обеспечение заданной администраторами безопасности защиты данных от потенциальных нарушителей;
- ❑ распределение содержимого каталога по многим компьютерам сети;
- ❑ репликация каталога, чтобы сделать его доступным для большего числа пользователей, а также повысить его отказоустойчивость;
- ❑ разбивка каталога на разделы по нескольким хранилищам для создания возможности хранения очень большого числа объектов.

Основные требования к службе каталогов:

1. Поддержка стандартов. Стандарты, протоколы и форматы объектов, которые поддерживаются службой каталогов, являются мерой ее прозрачности, то есть степенью, с которой каталог доступен для пользователей, не входящих в число тех, на кого он явным образом рассчитывался в процессе своей разработки.
2. Соответствие потребностям предприятий. Архитектура службы каталогов должна быть надежной и допускать масштабирование от уровня малых предприятий до крупных корпораций.
3. Централизованное управление. Желательно иметь возможность централизованно управлять всеми ресурсами сети.

Служба каталогов Windows NT Directory Service (NTDS) появилась одновременно с выпуском первой версии операционной системы Windows NT Server и является ее неотъемлемой частью.

Отличительными особенностями NTDS являются надежность, защищенная архитектура, простота администрирования и открытость для взаимодействия с сетью Novell NetWare.

База каталогов NTDS построена по распределенной архитектуре и может автоматически тиражироваться для обеспечения надежного резервирования и равномерной загрузки сети. Важной функцией службы каталогов являются процедуры идентификации пользователей. NTDS обеспечивает пользователям однократную регистрацию в сети независимо от их местоположения. Зарегистрировавшись всего один раз, пользователи получают доступ ко всем ресурсам корпоративной сети. Это справедливо и при удаленной регистрации, и даже при входе через Интернет.

Администратор сети использует NTDS для регистрации новых пользователей, для авторизации доступа к ресурсам сети, а также для отслеживания изменений персонала, групп и информационных технологий. NTDS предоставляет защищенный доступ ко всем сервисам, типам информации, устройствам и приложениям, управляемым Windows NT/2000 Server.

В Windows Server 2000 встроена новая служба каталогов Active Directory, которая позволяет создать единый пункт более удобного администрирования для всех зарегистрированных ресурсов. Для обеспечения более простого и гибкого администрирования служба Active Directory построена на расширяемом модуле хранения данных, что позволяет расширять каталог для поддержки миллионов объектов. Эта служба обеспечивает такие необходимые для всех пользователей возможности, как иерархическое отображение данных, расширяемость, масштабируемость и распределенные службы безопасности. Служба Active Directory объединяет интернет-концепцию пространства имен со службами каталогов операционной системы, используя в качестве основного протокола протокол LDAP (Lightweight Directory Access Protocol).

Служба удаленного доступа

Требования к удаленной службе доступа:

- оперативность и простота обращения к данным и к сетевым ресурсам;
- обеспечение единой мультимедийной инфраструктуры для общего доступа к данным, их публикации и хранения;
- удобство доступа к web-сайтам, чтения и публикации данных на них;
- быстрый и простой способ поиска данных любого формата и в любом месте сети.

Remote Access Service — служба удаленного доступа ОС Windows Server 2000 — позволяет удаленным пользователям подключаться к своей корпоративной сети и работать так, как будто пользователь находится на своем обычном рабочем месте. Поддерживаются протоколы NetBEUI, IPX/SPX, TCP/IP, аналоговые и цифровые линии (FDDI, ISDN, Frame Relay, X.25). К одному серверу могут подключиться одновременно до 256 пользователей — при наличии, конечно, соответствующего оборудования. В составе службы удаленного доступа реализован стандарт Multilink. Это означает, что для одного удаленного подключения можно организовать пул из нескольких линий (коммутируемых или выделенных), следовательно, весь поток данных будет передаваться параллельно по всем объединенным каналам. Использование механизма Multilink позволяет в несколько раз повысить надежность и пропускную способность канала связи.

Протокол Point-to-Point Tunneling Protocol (PPTP) позволяет клиентам осуществлять доступ к корпоративной сети через Интернет.

Полезным приложением к службе удаленного доступа является Microsoft NetMeeting — программное обеспечение для организации аудио- и видеоконференций и интернет-телефонии, позволяющее пользователям общаться друг с другом в реальном времени и коллективно работать над электронными документами. В зависимости от пропускной способности канала эта программа реализует функциональность видеотелефона или телефона, с ее помощью можно также обмениваться набранными на клавиатуре текстовыми сообщениями, пересылать друг другу файлы, «рисовать» на общей «доске» и даже работать с одной программой. Microsoft NetMeeting представляет собой готовую инфраструктуру обмена разнородными сообщениями с гарантированной доставкой.

Файловая служба

Одной из основных задач информационной системы является обеспечение доступа к распределенным файловым ресурсам. Пользователям часто приходится обращаться к большому числу файлов, расположенных на разных серверах, в разных подразделениях КИС. Обычным подходом к решению этой проблемы является подключение логических сетевых дисков на рабочих станциях пользователей. Но в больших информационных системах файловые ресурсы, как правило, сложным образом распределены по большому количеству серверов. Поэтому при интенсивной работе с файлами поиск и подключение к тому или иному файлу может оказаться довольно сложной процедурой.

Служба Distributed File System (DFS), представляющая собой сервисную подсистему Windows Server 2000, позволяет значительно упростить механизмы управления и доступа к файловым ресурсам.

Служба терминалов

Служба терминалов предоставляет возможность работать в операционной системе Microsoft Windows 2000 с клиентских мест, на которых в данный момент нельзя ее запустить непосредственно. Службы терминалов обеспечивают доступ клиентов к приложениям, полностью работающим на сервере с установленной операционной системой Windows. Это достигается благодаря выполнению на сервере сеансов с эмуляцией терминала клиента. Сервер управляет всеми вычислительными ресурсами каждого подключенного к серверу клиента и обеспечивает собственной средой всех вошедших в систему пользователей.

Служба терминалов может использоваться, например, в таких случаях:

- развертывание бизнес-приложений для «тонких» клиентов, в частности, для рабочих станций, оборудованных Net PC — сетевыми компьютерами;
- предоставление возможности работать в сети рабочим местам, не использующим ОС Windows 2000 (например, компьютерам Macintosh, рабочим станциям UNIX и т. д.);
- удаленное администрирование серверов посредством отключения его службы терминалов с любого клиентского места через службу удаленного доступа.

Служба сценариев

Служба сценариев позволяет автоматизировать задания администрирования как для того, чтобы снизить перегрузку, возникающую при многократном выполнении задания, так и для стабильности управляющих операций. Например, для обеспечения корректирующих действий в отсутствие администратора может потребоваться выдача автоматического отклика. Чтобы осуществить возможность такой автоматизации, операционная система Windows Server 2000 предоставляет ряд служб сценариев, основным из которых является WSH (Windows Scripting Host — сервер сценариев Windows). WSH представляет собой независимый от языка сервер сценариев для модулей сценариев ActiveX на 32-разрядных платформах Windows. Он позволяет, например, запускать сценарии, написанные на алгоритмических языках MS Visual Basic Scripting Edition (VBScript) и JavaScript, непосредственно с рабочего стола или из командной строки.

Служба групповой политики

Для рассылки пользователям непротиворечивой и надежной информации в операционной системе Windows Server 2000 предусмотрен ряд средств управления групповой политикой и ряд возможностей, предназначенных для создания условий, при которых приложения, данные и конфигурации рабочего места могли бы перемещаться вслед за пользователями. Администраторы могут создавать специальные конфигурации для отдельных групп пользователей и компьютеров с помощью оснастки консоли управления групповой политикой. Созданные администраторами настройки групповой политики хранятся в GPO (Group Policy Object — объекте групповой политики), который, в свою очередь, связан с выбранными объектами службы Active Directory, такими как сайты, домены или подразделения.

Служба безопасности

Механизмы безопасности, которыми сложно управлять или которые сложно поддерживать, часто приводят к ослаблению безопасности системы независимо от реально заложенного в них принципа. Связанные с безопасностью инциденты чаще всего происходят не тогда, когда отсутствуют какие-либо элементы управления безопасностью, а когда они неправильно настроены, что, кстати, существенно подрывает доверие к ненадежным системам и ограничивает сферу использования сети.

Для обеспечения простоты настройки безопасности в операционной системе Windows Server 2000 службы безопасности тесно интегрированы со службой Active Directory. В каталоге Active Directory хранится такая информация о политиках безопасности доменов, как ограничения на пароль в пределах данного домена и привилегии доступа в систему, то есть информация, которая имеет прямое отношение к использованию системы. Во избежание несанкционированных изменений, которые могут повлиять на общую безопасность системы, имеется возможность управлять объектами каталога, связанными с безопасностью. Операционная система Windows Server 2000 включает в себя объектно-ориентирован-

ную концепцию безопасности и управление доступом для всех объектов службы Active Directory. Каждый объект в службе Active Directory получает уникальный дескриптор, определяющий разрешения на доступ, необходимые для чтения или обновления свойств объекта. Более подробно механизмы обеспечения безопасности информации рассмотрены в главе 20.

Особенности построения и эксплуатации баз данных в ККС

Выбор системы управления базой данных для корпоративной сети — один из ключевых моментов в разработке системы. Проблема выбора усложняется тем, что таких систем великое множество, и при выборе СУБД следует учитывать:

- функциональные возможности самих СУБД;
- архитектуру сети (в первую очередь ее распределенность);
- возможное техническое исполнение серверов баз данных;
- средства разработки программных приложений в части их ориентированности на определенные СУБД.

На российском рынке присутствуют практически все СУБД, принадлежащие как к среднему (middle) классу (MS Access, Foxbase; Corel Paradox; Lotus Approach; FileMarker Server и т. д.), так и к элитному классу (Oracle 8i; SQL фирм Microsoft, Pervasive, Centura; Informix; Sybase; Ingres). На рынке представлен достаточно большой набор средств разработки приложений, как ориентированных на конкретные СУБД (Developer/2000 для Oracle, Newera для Informix и т. д.), так и универсальных (PowerBuilder Enterprise (PowerSoft Corp.), GuptaSQL (Gupta Corp.), Delphi (Borland), Enterprise Developer (Symantec)). Вопрос, какую СУБД выбрать, можно решить только по результатам предварительного обследования и получения информационных моделей деятельности корпорации.

Современное состояние корпоративных баз данных сложилось в результате взаимодействия двух процессов.

1. Первый процесс связан с развитием линии «больших машин» (мэйнфреймов). Первые системы управления базами данных появились именно на мэйнфреймах; одной из них была «Ока» — под таким названием наши специалисты знали в 70-е годы иерархическую СУБД IMS фирмы IBM.

В дальнейшем серьезную конкуренцию мэйнфреймам составили мощные UNIX-машины. Их главным преимуществом была более низкая стоимость. Сейчас фактическим стандартом для них стали реляционные базы данных и язык SQL.

2. Второй процесс связан с развитием линии персональных компьютеров. С массовым использованием ПК появились и первые персональные СУБД, которые имели весьма ограниченные возможности. Позднее — архитектура «клиент-сервер», в которой функции обработки данных и формирования пользовательского интерфейса распределялись между мощным сервером и клиентским персональным компьютером.

Производительность персональных компьютеров начала быстро расти. Стали появляться мощные одно- и многопроцессорные серверы на платформе Intel, которые нуждались в адекватной операционной системе для организации серверов приложений и серверов баз данных. Такой ОС стала Microsoft Windows NT/2000. Не замедлили появиться и NT-версии основных СУБД. ПК-серверы по мере наращивания своей мощи стали все чаще применяться в качестве серверов баз данных в корпоративных сетях, постепенно вытесняя UNIX-машины и мэйнфреймы.

Два основных свойства характерны именно для корпоративных баз данных.

1. Распределенная обработка данных.

Современные корпорации территориально разбросаны по разным городам, странам и даже континентам. Соответствующая им распределенная сеть требует иного подхода, чем локальная — не всегда можно обеспечить быструю и надежную связь между узлами. Встает задача получения той или иной степени автономности работы узлов распределенной сети обработки данных. Распределенная обработка данных часто целесообразна и из соображений повышения производительности сети путем перераспределения нагрузки между серверами.

2. Наличие хранилищ данных с интеллектуальными технологиями поддержки принятия решений.

Любая корпорация сегодня должна анализировать накопленные данные — без такого анализа невозможно принимать управленческие решения. Анализ обязан быть всесторонним и быстрым. Для этого средства анализа должны быть простыми, но интеллектуальными. Такие средства предоставляют быстро развивающиеся сейчас OLAP-технологии, так как именно они обеспечивают интуитивно понятную модель анализа и приемлемые скорости переработки больших объемов данных. Таким образом, современная корпоративная база данных должна располагать средствами построения хранилищ данных и OLAP-анализа.

Популярность сред мультимедиа и гипермедиа, приложений, выполненных в стиле Интернета, требующих значительных объемов хранимой информации, развитие сложных клиент-серверных архитектур вызывают существенный рост затрат на создание и управление распределенными хранилищами.

По данным экспертов, в последние годы в корпоративных сетях наблюдался ежегодный прирост расходов на управление хранением информации в 60%. В настоящее время корпорации тратят ежегодно более 120 млрд долларов на хранение и поддержку данных в распределенных системах.

Система Windows Server 2000 использует для хранения данных сервер баз данных **Microsoft SQL Server** и предлагает свои механизмы организации подсистемы хранения информации, опирающиеся на файловую систему NTFS и широкий список новых устройств и приложений хранения информации.

Служба **Distributed File System (DFS)**, представляющая собой сервисную подсистему Windows Server 2000, позволяет значительно упростить механизмы доступа к файловым ресурсам и управления.

Распределенная файловая система (Microsoft) для разнородных ресурсов файловой системы предприятия образует единое пространство имен. Система DFS организована в виде логической структуры дерева, независимой от физических ресурсов. Топология этого дерева DFS автоматически публикуется в службах Active Directory, что создает отказоустойчивость корня DFS.

Тома, которые добавляют к корню DFS пользователи, являются листьями или узлами ветвей, представляющими сетевые каталоги с общим доступом. Сетевые ресурсы могут быть распределены с помощью единого дерева или нескольких деревьев DFS. Используя стандартные средства безопасности системы Windows Server 2000, такие как права доступа для группы, можно ограничить доступ к томам DFS.

Для пользователей дерево DFS обеспечивает единообразный и прозрачный доступ к соответствующим сетевым ресурсам. Структура, или топология, дерева DFS публикуется в службе каталогов Active Directory, которая служит главным арбитром топологий для всех деревьев DFS. Кроме того, служба каталогов Active Directory реплицирует топологии DFS для всех деревьев DFS на каждом сервере корня DFS. Таким образом распределяется нагрузка между серверами-участниками и реализуется отказоустойчивость для корня DFS. Распределение данных по топологии DFS оптимизирует доступ пользователя к томам DFS. В случае отказа сервера-участника топология DFS восстанавливается и синхронизируется службой каталогов Active Directory при возвращении сервера в сеть.

Дерево DFS может быть расширено добавлением логических томов к корню DFS или к любому узлу ветвей DFS в дереве. Новый добавленный том DFS может указывать на одиночный каталог, не имеющий дочерних, на родительский каталог, на том или на целое дерево DFS (образуя поддереву). Пользователь с достаточными правами доступа может также обратиться к любым локальным дочерним каталогам, существующим в указываемом ресурсе или добавленным к нему.

Чтобы добавить том DFS не как лист, а как узел, который может иметь дочерние тома DFS, указываемый том или каталог должны находиться на сервере, работающем под управлением Windows 2000, на котором в настоящий момент работает служба DFS. Это необходимо для поддержки ссылок DFS на дочерние тома.

Корни или тома DFS могут ссылаться на реплицированный (скопированный) набор общих ресурсов. Посредством назначения альтернативных, реплицированных ресурсов корню или тому DFS можно обеспечить пользователям непрерываемый доступ к необходимым им файлам. Когда пользователь запрашивает подключение к DFS, используя имя DNS (Distributed Name System — имя поля в распределенной системе, поддерживаемое файловой системой NTFS), служба DFS передает все реплики соответствующему клиенту DFS. Этот клиент DFS выбирает ближайшую реплику на основе топологии узлов, полученной от службы Active Directory.

Назначение какой-либо реплики корню DFS обновляет топологию DFS на сервере Active Directory ссылками на новое дерево. Когда пользователь указывает имя DNS для запроса связи с корнем DFS, служба DFS передает клиенту все реплики для данного корня DFS. Клиент DFS выбирает ближайшую реплику на

основе топологии узлов, полученной от службы Active Directory. Реплики для корней DFS могут использоваться для распределения больших объемов общих ресурсов в обширных базах.

Система DFS особенно полезна, если сервер удовлетворяет следующим условиям:

- пользовательская база для сетевых ресурсов распределена по серверу или нескольким серверам;
- пользователям нужен непрерываемый доступ к общим сетевым ресурсам.

Благодаря перераспределению общих сетевых ресурсов можно улучшить балансировку нагрузки в сети.

Наряду с сервером баз данных *Microsoft SQL Server*, для организации базы данных неструктурированной информации, характерной для электронных документов (писем и сообщений), используется и сервер электронной почты *Microsoft Exchange*.

Основой этого сервера как раз и является база данных информационного хранилища, специально спроектированного для хранения неструктурированной информации. Ядро базы данных **Microsoft Exchange 5.5** предназначено для хранения больших объемов данных — размеры баз данных ограничиваются лишь емкостью используемых накопителей.

Microsoft Exchange 5.5 отличается возможностью восстановления сообщений, удаленных из базы данных. Администратор системы имеет право установить время, в течение которого пользователь, удаливший сообщение, сможет восстановить его, используя интерфейс клиентской программы. Теперь удаление сообщений из базы данных происходит в две фазы (частично подобно «корзине» в ОС Windows). На первой фазе происходит «мягкое удаление», после чего сообщение перестает быть видимым при просмотре папки клиентской программой, однако физически не удаляется из базы данных и доступно для восстановления. На второй фазе по истечении установленного для данной папки отрезка времени сообщение физически удаляется без возможности восстановления. Администратор может также настроить систему на удаление сообщения только после создания резервной копии базы данных.

Кроме того, в Microsoft Exchange 5.5 служба информационного хранилища автоматически производит дефрагментацию базы данных без остановки системы.

Если сообщение или документ были посланы сразу нескольким получателям Microsoft Exchange, на сервере, для оптимизации дискового пространства, будет храниться только одна копия сообщения и файлов вложений. А в том случае, если один из получателей сообщения отредактировал его содержимое, на сервере создается отдельная его копия.

При создании распределенных архивов документов обеспечивается доступность информации для всех удаленных подразделений. С этой целью Microsoft Exchange имеет встроенные средства репликации содержимого папок коллективного доступа. В отличие от большинства присутствующих сегодня на рынке систем, механизм репликации Microsoft Exchange позволяет синхронизировать содержимое папок даже в режиме offline с использованием средств электронной почты.

В Microsoft Exchange предусмотрены и механизмы защиты документов от несанкционированного доступа.

Наконец, сервер Microsoft Exchange в состоянии служить средой автоматической обработки документов. Для этого в Microsoft Exchange реализован целый ряд механизмов. Прежде всего, это правила автоматической обработки сообщений, существующие с самых первых версий Microsoft Exchange. Автоматическая обработка сообщений может выполняться по разным сценариям. Для каждой папки коллективного доступа и для каждого почтового ящика могут быть определены различные наборы событий, с которыми соотнесены различные сценарии обработки информации.

Собственно сценарии представляют собой программные фрагменты, написанные на языках VBScript или JavaScript. Соответственно, сценарии могут включать в себя не только простые функции обработки сообщений, но и достаточно сложные аналитические процедуры.

Сервер Microsoft Exchange подходит для создания комплексных приложений, включающих в себя обработку информации пользователей, применяющих Microsoft Exchange в качестве средства передачи информации. Примерами подобного рода приложений служат программы автоматической обработки информации об оплате товаров, полученной по электронной почте, переадресации факс-сообщений и т. п. Служба обработки событий является надстройкой над базовыми службами Microsoft Exchange.

Корпоративные сети на основе СОС Novell NetWare 5.1

Фирма Novell одной из первых обратила внимание на зарождающиеся корпоративные компьютерные сети. Уже в середине 90-х годов на рынке программных продуктов появились такие системы, как Intranetware, Intranetware for Small Business и GroupWise.

Программы **Intranetware** ориентированы на средние и крупные фирмы и предоставляют широкий набор сервисов, реализующих полный комплекс услуг для клиентов корпоративной сети в Интернете. Поскольку в сеть интранет имеется доступ извне, в ней следует организовать систему защиты конфиденциальной информации от несанкционированного доступа. При этом целесообразно иметь два (или больше) web-сервера: сервер общего доступа и сервер внутреннего использования. Сервер общего доступа должен содержать открытую информацию фирмы и размещаться перед линией защиты корпоративной сети — доступ к нему открыт для всех пользователей Интернета. Сервер внутреннего использования содержит служебную информацию, и она должна быть скрыта от внешних пользователей.

Защита информации в сети Intranetware соответствует самому высокому стандарту C2, установленному правительством США для закрытой информации —

она реализуется на уровне пользователей, серверов и среды передачи. Многопротокольный маршрутизатор Novell MPR 3.1, например, при правильной настройке механизмов фильтрации для различных протоколов обеспечивает не только эффективное противодействие попыткам вторжения в корпоративную сеть, но и позволяет оптимизировать процессы передачи данных, процедуры взаимодействия с коммуникационным оборудованием внутри сети и облегчает взаимодействие между сетями, использующими разные протоколы OSI. Специализированный IPX/IP шлюз, устанавливаемый при подключении Intranetware к Интернету, кроме экономии IP-адресов пользователей корпоративной сети (поскольку для них в этом варианте предусмотрен один и тот же адрес для внешних соединений) осуществляет эффективное блокирование внешнего доступа к сети, так как внутренние правила коммуникаций принципиально отличаются от внешних.

В состав программ Intranetware входит пакет Netscape, позволяющий просматривать информацию на web-серверах, работать с электронной почтой и телеконференциями, создавать собственные web-документы. Программы Intranetware позволяют работать с поисковыми системами, программами Gopher, FTP в Интернете и многое другое.

Надежная и проверенная технология Intranetware лежит и в основе системы Intranetware for Small Business, ориентированной на применение в сфере малого бизнеса, где число работающих в корпоративной сети ПК не превышает 25, а число серверов — не более 5, и все они расположены в одном офисе. Сеть Intranetware for Small Business проста, удобна и экономична в работе, она может обслуживаться самими пользователями, не являющимися сетевыми специалистами.

Но самой мощной СОС является Novell NetWare 5.1, которая предназначена для организации и управления крупными корпоративными сетями. СОС поддерживает практически все существующие протоколы локальных и глобальных сетей, а также протоколы управления рабочими станциями ZENWORKS Starter Pack, сервер Netscape Enterprise Server for NetWare, приложение для электронного бизнеса IBM Web Sphere и СУБД Oracle 8i. Чаще всего сети строятся по двухуровневой технологии клиент-сервер, использующей на нижних уровнях OSI протоколы типа Ethernet и Token Ring. На сетевом и транспортном уровнях работают стеки протоколов SPX/IPX и TCP/IP. Но обычно при организации интранет-сети в локальной подсети, работающей под управлением NetWare, иметь IP-адрес для каждого клиента не требуется. Имеющийся специализированный IPX/IP сервер-шлюз автоматически выполняет для входящих из Интернета пакетов преобразование IP-адресов в IPX-адреса, а для исходящих в Интернет пакетов — обратное преобразование. IP-адрес необходим только web-серверу NetWare. Последовательность передачи пакетов внутри такой интранет-сети примерно следующая: программы клиента транслируют дейтаграммы протоколов TCP/IP, сгенерированные браузером, в пакеты протоколов SPX/IPX, после чего вложенные в них пакеты данных передаются по локальной сети, пока не достигнут web-сервера NetWare. В нем сервер-шлюз производит обратное преобразование и вложенные пакеты отправляются «гулять» по сети Интернет, пока

не придут по нужному IP-адресу к другой локальной подсети. Там все процессы преобразования выполняются в обратном направлении.

Вопросы общей архитектуры построения сетей на базе СОС Novell NetWare были рассмотрены в главе 12 «Локальные вычислительные сети». Ниже остановимся лишь на сервисных службах, специфичных для больших корпоративных сетей. В сети Novell NetWare 5.1 используются весьма эффективные сервисные программные продукты.

Основа сети — это корпоративная служба **полно-сервисного каталога NDS** (Novell Directory Service). *Novell Directory Service* хранит всю информацию о сети в едином пространстве, обеспечивает ее защиту и эффективное управление из единой административной точки. NDS — первая служба каталога распределенной базы данных с полной репликацией, реализующей отказоустойчивую регистрацию и администрирование в любой точке сети и в любое время. Она интегрирует целый ряд сетевых сервисных средств и отображает четкую картину сложной физической инфраструктуры сети.

Для службы NDS характерны высокие надежность, производительность и масштабируемость.

Для обеспечения отказоустойчивой работы база данных каталога разбита на локально управляемые разделы и распределена по компонентам сети, отдельные ее участки копируются и обновляются по мере необходимости. Если первичный раздел каталога искажается, сеть немедленно автоматически реконфигурируется и переходит на резервную копию. При необходимости можно автоматически обратиться по контактному телефону к ответственному лицу для коррекции данных. NDS работает по принципу иерархического администрирования, что обуславливает удобное управление режимом безопасности информации (если определены критерии безопасности для какой-либо ветви дерева каталога, все объекты внутри или ниже данной ветви автоматически наследуют эти критерии).

NDS может быть адаптирована к корпоративным сетям любого размера. База данных каталога имеет возможность расширения с учетом потребностей клиентов. NDS обладает гибкостью, позволяющей дереву каталога меняться по мере развития организации. Даже в случае слияния компаний или расширения их деятельности, новые ресурсы добавляются в сеть простым перетаскиванием мышью.

Последняя версия каталога — NDS 8 — обеспечивает хранение до миллиарда объектов, сохраняя при этом высокую производительность.

NDS походит для применения и в сетях MS Windows Server 2000. В 2000 году, по данным фирмы Novell, эта служба каталога действовала у около 70 млн пользователей.

Pervasive SQL Server 2000 для NetWare — последнее поколение привилегированного сервера баз данных для корпоративных сетей. Это интегрированная с основной операционной системой NetWare и службой каталога сертифицированная система, поставляемая для всех существующих модификаций NetWare. Pervasive SQL Server 2000 является хорошо масштабирующейся системой — может использоваться как в небольших интернет-приложениях, так и в мощных корпоративных клиент-серверных средах.

Его отличительные особенности:

- ❑ модульная среда управления данными, облегчающая масштабирование, универсальность, производительность и надежность сервера;
- ❑ открытая архитектура, поддерживающая современные технологические стандарты, облегчает разработку и внедрение приложений, переносимость и взаимодействие приложений между различными платформами;
- ❑ удобный интерфейс прикладного программирования (API), облегчающий интерактивное общение с системой;
- ❑ самонастраивающееся ядро базы данных обеспечивает надежность и хорошую производительность разработки всех приложений.

GroupWise — приложение для доступа и коллективного взаимодействия, интегрированное со службой каталогов NDS. Это удобный инструмент для коллективной работы, сбора информации и обмена ею, обеспечивающий работу и с электронной почтой.

GroupWise позволяет организовать систему электронной почты на основе многомерной структуры, осуществляя автоматическую синхронизацию адресного пространства и объектов NDS. Посылать и получать сообщения электронной почты через Интернет позволяет шлюз SMTP/MIME. Универсальный почтовый ящик (Universal MailBox) осуществляет интеграцию телематических услуг, включая факс, передачу речи, Telex, пейджинг и другие внешние коммуникационные системы. GroupWise просматривает цепочки сообщений, группируя все последовательные ответы; идентифицирует и регистрирует входящие и исходящие сообщения.

Почтовая система GroupWise имеет в своем составе средства коллективной разработки документов (множественный доступ к библиотекам), поддерживает возможность задания некоторых правил обработки сообщений в зависимости от внешних условий. При работе с документом, к которому может обратиться несколько человек, обеспечивается контроль версий и запуска, благодаря чему пользователи не смогут одновременно редактировать одну версию документа. Система поддерживает средства коллективной работы в интранет-сети. Программа WebAccess расширяет возможности GroupWise за рамки электронной почты Интернета, позволяя выполнять коллективную работу с помощью любого стандартного браузера.

Для расширения возможностей GroupWise предлагаются специальные и стандартные средства разработки. С помощью GroupWise SDK и Visual Basic, Delphi, Java и C++ можно создать для нее новые приложения.

Основные функциональные возможности GroupWise:

- ❑ работа с текстовой и графической информацией, удобный доступ, поиск, просмотр любой информации;
- ❑ автоматизация коллективных деловых процессов работы с электронными документами;
- ❑ поддержка проведения телеконференций;

- ❑ полнофункциональная система электронной почты, включая голосовую, интеграция в едином универсальном почтовом ящике (Universal MailBox) всех видов текущей информации;
- ❑ поддержка пейджинговой и факсимильной связи;
- ❑ управление электронными документами и документооборотом;
- ❑ ведение календаря, расписаний и функции планирования;
- ❑ удаленный доступ и доступ через web-сервер;
- ❑ поддержка открытых стандартов Интернета и средств Web Access.

Средства управления документами GroupWise позволяют:

- ❑ координировать всю информацию в среде предприятия — документы, графику, таблицы, почту, факсы и т. д.;
- ❑ искать нужную информацию в среде предприятия по ее свойствам или идентификаторам;
- ❑ совместно с другими пользователями работать над документами, в то же время, при необходимости ограничивать доступ к ним;
- ❑ протоколировать работу с документами и отслеживать разные версии документов;
- ❑ обеспечивать защиту информации за счет ее шифрования и индивидуализацию посредством включения подписи;
- ❑ автоматически архивировать устаревшие документы.

Серверная часть GroupWise работает на платформах NetWare и Windows NT/2000 и полностью интегрируется с Novell Directory Service. В зависимости от конфигурации сервера GroupWise поддерживает от 500 до 1000 пользователей.

Программные средства GroupWise регистрируются в глобальном каталоге NDS и размещаются как в единой точке администрирования, так, при необходимости, и на всех основных серверах и клиентских машинах.

GroupWise — удобное межплатформное решение для сред NetWare, Windows NT/2000, UNIX, MacOS.

Managewise — интегрированное средство контроля и управления работой неоднородных (гетерогенных) сетей. Это приложение позволяет осуществлять оптимизацию и управление всеми компонентами сетей на базе СОС Novell NetWare и Windows NT/2000, в частности:

- ❑ управлять серверами сети, компьютерами клиентов, программным обеспечением;
- ❑ выполнять автообнаружение ресурсов сети, их автоматизированный учет и создавать схему сети;
- ❑ выполнять мониторинг, анализ и оптимизацию сетевого трафика;
- ❑ производить диагностику сети с заблаговременным предупреждением обо всех изменениях и неполадках в ней; осуществлять защиту от вирусов;
- ❑ формировать отчеты о состоянии сети и т. д.

Border Manager Enterprise (BME) — комплексная система защиты информации, позволяющая организовать защитный барьер на границе между корпоративной сетью и сетью Интернет (по данным фирмы Novell, более эффективный, чем обычный брандмауэр) и контролировать доступ к информации в обоих направлениях: извне к корпоративным данным и из интрасети к ресурсам Интернета.

Border Manager Enterprise 3.5 выполняет:

- эффективную идентификацию пользователя, пытающегося получить доступ к сети, путем параллельного применения нескольких методов идентификации;
- контроль прав доступа (привилегий доступа) с учетом уровня коммерческих отношений пользователя с корпорацией;
- обеспечение целостности данных при их передаче по интрасети.

BME Edition 3.5 включает в себя четыре интегрированные службы сервиса:

- **BME Firewall Services** базируется на службе каталога, ведет защитой конфиденциальной информации и управлением доступа пользователей к сетевым данным;
- **BME Virtual Personal Net Services** создает виртуальные частные сети повышенной защищенности для удаленных заказчиков и поставщиков, работающих с конфиденциальной информацией;
- **BME Authentication Services** предоставляет максимальную безопасность данным в режиме удаленного доступа, используя стандартный протокол службы идентификации NSD с подтверждением прав после дополнительного запроса из каталога данных о привилегиях пользователя;
- **BME FastCache Services** является наиболее быстрой и масштабируемой службой интернет-кэширования для корпоративных сетей.

Системы автоматизации деловых процессов и управления электронными документами в ККК

В корпоративных компьютерных сетях весьма важной является проблема управления деловой информацией, решением которой занимаются системы управления электронными документами и системы автоматизации деловых процессов.

Эти системы обычно выступают в качестве ядра КИС, где они органично дополняются различными средствами преобразования информации из одного вида в другой. К таким средствам в первую очередь относятся сканирование и распознавание текстов, а также работа со службами электронной почты, Интернетом и другие возможности.

Система управления электронными документами (Electronic Document Management System, EDMS) — это набор устройств и программ, позволяющий эффективно организовать процедуры создания, накопления, хранения, обработки и пересылки электронных документов.

Исторически технологии выполнения всех названных процедур возникли и развивались независимо, однако все более очевидна необходимость их тесной интеграции с целью обеспечения максимально полного и эффективного доступа к информации в масштабах корпорации. Поэтому последние четыре процедуры целесообразно объединить единым понятием — процедура манипулирования.

Следует различать понятия неформализованного (произвольного) и служебного (официального) электронного документа. Неформализованный электронный документ — это любое сообщение, записка, текст, записанный на машинном носителе.

Под служебным электронным документом понимается записанное на машинном носителе электронное сообщение, реквизиты которого оформлены в соответствии с нормативными требованиями. Электронные документы могут иметь различную форму представления: текст, графика, табличные данные, звуковая и видеоинформация, мультимедиа и т. д.

Электронным документооборотом называется система манипулирования служебными электронными документами в стандартизированной форме и на основе принятых в системе регламентов.

Основные требования к системе электронного документооборота:

- соответствие требованиям стандартов на формы и системы документации;
- рассредоточенность обработки (возможность работать в территориально распределенных системах);
- масштабируемость (способность расширения системы);
- модульность построения (наличие логически выделенных, относительно независимых частей системы, способных локально выполнять закрепленные за ними функции);
- открытость системы (возможность интеграции с другими программами и системами);
- переносимость на другие аппаратные платформы.

В системах электронного документооборота осуществляется:

- поддержание электронных документов в виде файлов на машинном носителе;
- управление электронными документами (document management) в полном наборе функций;
- передача электронных документов по компьютерной сети;
- групповая работа над электронными документами (groupware);
- управление информационным потоком (workflow) при сложных многошаговых алгоритмах работы с электронными документами.

Часто эти технологии объединяют с созданием новой концепции «collaboration and messaging» (сотрудничество и обмен сообщениями) посредством образования общей информационной среды, в рамках которой можно совместно решать задачи и обмениваться сообщениями.

Виды унифицированных документов предприятий

Технологическая документация на предприятии должна оформляться в соответствии со стандартом «Единая система технологической документации». Формы и правила оформления документов общего назначения отражены в ГОСТ 3.1105-84, специального назначения — в ГОСТ 3.1122-84, общие правила выполнения графических технологических документов — в ГОСТ 3.1128-93, общие правила выполнения текстовых технологических документов — в ГОСТ 3.1127-93, общие требования к формам и бланкам документов — в ГОСТ 3.1130-93.

Проектно-конструкторская документация должна соответствовать стандарту «Единая система конструкторской документации». Общие требования к применяемым в данной области текстовым документам отражены в ГОСТ 2.105-95, формы и правила выполнения ведомостей, пояснительной записки, расчетов — в ГОСТ 2.106-96, основные требования к чертежам — в ГОСТ 2.109-73, основные требования к техническим условиям — в ГОСТ 2.114-95, основные требования к схемам — в ГОСТ 2.701-84, основные требования к спецификациям — в ГОСТ 2.108-68, эксплуатационные документы — в ГОСТ 2.601-95, ремонтные документы — в ГОСТ 2.602-95, групповые и базовые конструкторские документы — в ГОСТ 2.113-75.

Оформление управленческой документации осуществляется в соответствии с ГОСТ 6.105-87 («Требования к построению формуляра-образца»). Внешнеторговая документация подчиняется ГОСТ 6.106-87 («Единая система внешнеторговой документации СЭВ. Формуляр-образец»), ГОСТ 6.107-90 («Единая система внешнеторговой документации СЭВ. Счет»), ГОСТ 6.202-91 («Элементы внешнеторговых данных»). Кроме этого, управленческая документация подчиняется приказам соответствующих министерств и ведомств, законам Российской Федерации (например, Федеральному закону «О бухгалтерском учете»). Требования к составу и содержанию реквизитов, придающих юридическую силу документам на машинном носителе и машинограмме, созданным средствами вычислительной техники, указаны в ГОСТ 6.104-84.

Программная документация подчиняется стандарту «Единая система программной документации». Общие требования к программным документам описаны в ГОСТ 19.105-78, требования к программным документам, выполненным печатным способом — в ГОСТ 19.106-78, форма и порядок составления спецификации — в ГОСТ 19.202-78, форма и порядок составления ведомости держателей подлинников — в ГОСТ 19.403-78, форма и порядок составления текстов программ — в ГОСТ 19.401-78, форма и порядок составления описаний программ — в ГОСТ 19.402-78, форма и порядок составления программы и методики испытаний — в ГОСТ 19.301-79, форма и порядок составления технического задания — в ГОСТ 19.201-78, форма и порядок составления пояснительной записки — в ГОСТ 19.404-79.

Создание, хранение электронных документов и манипулирование ими

Основные процедуры управления электронными документами можно объединить в три группы процедур: создание документов, их хранение и манипулирование документами. Как уже отмечалось ранее, системы хранения могут быть как авто-

номными, так и включенными в состав систем манипулирования электронными документами.

Создание электронных документов

Создание простых текстовых документов может выполняться и на тепер уже почти забытых пишущих машинках различного вида с последующим вводом текста с бумажного документа в компьютер с помощью сканера. Но, безусловно, эффективнее даже простые документы создавать непосредственно на компьютере с использованием широкого арсенала программных средств, обеспечивающих удобный и высокоэффективный сервис. Тем более этот сервис важен при создании сложных высокохудожественных документов, предназначенных для последующего тиражирования. Составление таких сложных документов требует исполнения процедур набора текста, редактирования, корректуры, подготовки иллюстраций, макетирования и верстки страниц, печати.

Часто непосредственными источниками материалов для документов служат системы сканирования изображений, факсы, электронная почта, электронные таблицы, графики, чертежи и т. п.

Все процедуры создания документа можно эффективно выполнить на ПК, оснащенным сканером и набором проблемно-ориентированных ППП и, в первую очередь, программ текстового редактирования или настольной издательской системы. Сканер может потребоваться для ввода в документ отдельно подготовленных фрагментов: рисунков, фотографий, схем, печатей, подписей и т. д.

В системах управления электронными документами можно использовать:

- ❑ текстовые редакторы: MS Word, Corel WordPerfect, Lotus WordPro, «Лексикон» фирмы «Арсеналь», Brief, MultiEdit, Norton Editor и т. д.;
- ❑ издательские системы: MS Publisher, Adobe FrameMaker и PageMaker, Corel PrintOffice, Ventura Publisher и т. д.;
- ❑ редакторы изображений, получаемых от сканеров: WaterMark Professional, PhotoStyler, Paint, Imaging и т. д.;
- ❑ превосходный набор программ Publishing Collection фирмы Adobe для работы с художественными изданиями, включающий в себя CorelDraw 7, PageMaker 6.5, Photoshop 4.0 и Illustrator 7.0;

а также многие другие программные продукты.

Хранение электронных документов

Система хранения электронных документов должна обеспечить эффективное хранение и актуализацию документов во внешней памяти компьютеров, а также их эффективный поиск и конфиденциальный доступ к ним. Действительно, содержать информацию в компьютере значительно удобнее, нежели на бумаге: в любой момент данные можно изменить, дополнить и распечатать нужное количество копий. Переписав информацию на диск, можно ехать в любой город или страну, не опасаясь за судьбу чемодана с бумажной документацией, вся информация будет находиться во внутреннем кармане пиджака (к примеру, 3,5-дюймовый диск DVD вмещает около 1 млн страниц текста).

Хранилища информации, в том числе и электронных документов, во внешней памяти называются базами данных. Организация и программное обеспечение создания и обслуживания баз данных — прерогатива программных продуктов, объединенных под названием «системы управления базами данных». Наиболее популярными программными средствами этой группы сейчас являются MS Access, системы SQL, Oracle, FoxPro, Paradox, Delphi, ADABAS, Informix, dBASE, Clipper, DB2 и т. д.

Системы манипулирования электронными документами

Система манипулирования электронными документами — это специфичная часть системы управления, более других ориентированная на управленческую деятельность. Основными функциями этой подсистемы являются:

- хранение документов различного формата и форм представления;
- работа с версиями документа, сложными многокомпонентными и многоформатными документами, вложениями;
- контроль исполнения документов;
- электронное распространение документов;
- поиск документов по различным критериям отбора;
- создание удобного интерфейса с циркулирующими в сети документами;
- сохранение истории работы с документами;
- распечатка и тиражирование документов;
- ведение архивов и коллекций документов;
- ограничение прав доступа к документам.

Процедуры манипулирования электронными документами целесообразно рассматривать интегрированно, совместно с процедурой создания документов, то есть в составе комплексных систем управления документами.

Программные продукты, выполняющие функции управления документами, весьма многочисленны: «Дело96», «БОСС-Референт», «Галактика» (модуль «Управление документооборотом»), DOCS Open, Landocs, Link Works, WorkFlow, Workman, Effect Office, Office Media, Dyntax, WorldView и т. д.

Прежде всего, отметим универсальные интегрированные программные системы (WaterMark Professional, Lotus, Works), частично или полностью реализующие названные выше процедуры управления документами. Например, интегрированный пакет фирмы Microsoft Works объединяет в себе текстовый редактор, электронную таблицу и систему управления базами данных (СУБД).

Но бесспорным лидером среди универсальных интегрированных систем является система Microsoft Office, включающая в себя текстовый редактор MS Word, табличный процессор MS Excel, СУБД MS Access (в профессиональной версии Microsoft Office), программу электронной почты и электронного секретаря Outlook, программу презентаций Power Point и многое другое.

Используя программные средства Microsoft Office, можно обеспечить:

- обработку входящей и исходящей информации;
- создание и редактирование электронных документов;

- ❑ сбор и анализ данных (например, отчетности) с наглядным представлением результатов в виде графиков, диаграмм и т. п.;
- ❑ хранение электронных документов в базах данных с удобным поиском и доступом;
- ❑ маршрутизацию и рассылку электронных документов по электронной почте и системам факсимильной связи;
- ❑ функции диспетчеризации прохождения документов и электронного секретаря;
- ❑ удобное форматирование и распечатку электронных документов и т. д.

Специализированные системы управления документами

Специализированные системы управления документами отличаются от универсальных в первую очередь тем, что они:

- ❑ обеспечивают поддержку документов различных форматов с применением широкого набора библиотечных служб;
- ❑ акцентируют внимание на ранних стадиях жизни документов, включая их создание, рецензирование, редактирование и подготовку к распространению; сопровождают создаваемые версии документов и контролируют доступ к ним;
- ❑ выполняют автоматическое архивирование документов.

Часто включаемые в состав специализированных систем средства автоматизации деловых процессов дают возможность автоматизировать поток информации в рамках стратегических, функциональных или административных бизнес-процессов, а также повысить эффективность бизнес-процессов, автоматически доставляя информацию лицу, ответственному за принятие решений в рамках процесса.

Стандартом взаимодействия систем управления документами и внешними приложениями без обращения к файловой системе является ODMA (Open Document Management API). Наиболее типичными представителями продуктов класса систем управления документами являются:

- ❑ DOCSFUSION (PC DOCS Inc.);
- ❑ Documentum EDMS (Documentum Inc.);
- ❑ DocuLive (Siemens Nixdorf);
- ❑ Excalibur EFS (Excalibur Technologies) и т. д.

Эти системы рассчитаны на внедрение на крупные предприятия, характеризуются универсальностью, масштабируемостью, безопасностью (контролируя и ограничивая доступ и права), обеспечивают высокое качество работ с централизованным архивом разнородных документов. Для поиска документов используется атрибутивный (Query By Example) или контекстный поиск (по содержанию документа) с помощью поисковой формы, с привлечением логических операторов. Документы имеют набор фиксированных атрибутов (название, автор, дата создания, дата последнего редактирования, тип, вид, права доступа и т. д.). Современные системы оснащены встроенными средствами для просмотра документов раз-

личных форматов, в результате отпадает необходимость установки на всех рабочих местах набора приложений, применявшихся при создании документов архива.

Возможно создание составных документов из произвольного числа электронных файлов разных форматов, организация любых наборов данных в виде папок, причем составной документ может быть опубликован как единое целое. Бумажные документы регистрируются в архиве и путем сканирования переводятся в электронную форму. Одновременное редактирование одной и той же версии документа блокируется с помощью пометки в архиве. Системы обеспечивают многоуровневое хранение документов на различных типах носителей и миграцию документов с одного уровня на другой (либо в соответствии с частотой обращения к документу, либо с истечением заданного срока). Для этих целей применяются система архивации ARCIS (Archiving and Imaging System производства Siemens Nixdorf), DOCS Open. Можно указать несколько мест хранения документов. Архив является логически единым, хотя в состоянии располагаться на нескольких серверах. Существуют средства визуального проектирования экранной формы документа и связи полей с атрибутами документа.

Контроль доступа к документам подразумевает идентификацию пользователей, включение пользователей в ролевые группы с различными привилегиями, протоколирование работы над документами. Средствами администрирования синхронизируют списки пользователей и учетные записи сетевых операционных систем, выполняют настройки системы в соответствии с профилем и организационной структурой предприятия. Для корпоративных сетей возможна работа с архивом документов и так называемым «тонким клиентом». Работоспособность тонкого клиента обеспечивается специальными серверными модулями систем, которые, имея доступ к архиву документов, переносят их (в виде ссылок) на web-сервер.

Для корпоративных систем важна переносимость на различные программно-аппаратные платформы. Сервер приложений Documentum — среднее звено в трехзвенной архитектуре клиент-сервер, работает под UNIX и Windows NT/2000, сервер приложений DOCSFUSION — под Windows NT/2000.

Названные системы работоспособны с большинством промышленных СУБД, таких как Oracle, Sybase, Microsoft SQL Server и другими ODBC-совместимыми SQL-СУБД.

Распространенными системами управления документами являются также Document Management Extensions (DME) и Team Office.

Интегрированная система Team Office — полная офисная открытая информационная система, обеспечивающая пользователям доступ к электронным документам, оперативную связь между собой и удобную рабочую среду. Она поддерживает работу со многими актуальными текстовыми процессорами, системами деловой графики, табличными процессорами, СУБД. Система имеет программы, организующие свою обширную библиотеку (Team Library), электронную почту (Team Mail), систему телеконференций и доску объявлений (Team Forum), позволяющие тиражировать информацию, электронный еженедельник (Team Calendar) для планирования различных мероприятий и распределения ресурсов, электрон-

ный координатор деловых процедур, маршрутизатор информации между пользователями (Team Flow) и многое другое.

Групповая работа над электронными документами

Технология GroupWare основана на информационной модели предприятия (организации) и позволяет управлять неструктурированной информацией. Групповая работа над электронными документами предполагает выполнение одной коллективной задачи при отсутствии дополнительной организационной структуризации. Групповая работа поддерживается такими методами доступа, как:

- сетевой доступ к файлам и базе данных;
- электронная почта (включая конференции и дискуссии);
- терминальный доступ, пересылка файлов и электронная доска объявлений;
- просмотр и интерпретация гипертекста (и гипермедиа).

В процессе коллективной деятельности важно наличие группировок для разрешения конфликтов при совместном использовании ресурсов, санкционирование входа по индикаторам и паролям, защита информации с помощью прав доступа. Дополнительный уровень безопасности поддерживается методами и средствами шифрования и электронной подписи.

Наиболее популярными средствами групповой работы можно назвать Domino/Notes (Lotus Development), GroupWise (Novell), Microsoft Exchange (Microsoft). Две последние системы рассматривались несколько раньше.

Сложившаяся информационная технология intraware (от intranet и groupware) соединяет groupware, обработку сообщений и доступ к интранет-сети. Domino/Notes и GroupWise относятся к категории intraware, объединившей в себе средства электронной почты, конференц-связи, управления документами, автоматизации деловых процессов (workflow) и группового планирования с гибкими и мощными возможностями Интернета. Эти системы обладают большой степенью интеграции, имеют пакетную комплектацию и основаны на традиционной клиент-серверной архитектуре.

В России организация работы с документами закреплена в ГОСТах и других нормативных документах, в традициях и практике отечественных учреждений. Автоматизация документооборота в российских учреждениях показывает, что лишь в частных случаях или для решения отдельных задач можно использовать зарубежные прикладные системы.

Специфика и сложность задачи таковы, что необходимо создание отечественных систем автоматизации отечественного документооборота, с частичным использованием зарубежных пакетов в качестве отдельных компонентов. Лишь в немногих российских компаниях не используется в качестве платформы зарубежное ПО промежуточного уровня (middleware — связующее), например Landocs («Ланит») и «Дело96».

Отечественная система управления документами «Дело96» (АО «Электронные офисные системы») обеспечивает удобную организацию работы с документами и полный контроль их перемещения и исполнения в любой организации,

имеющей локальную вычислительную сеть. Может эффективно сочетаться с универсальными средствами подготовки, хранения и обработки документов: текстовым редактором MS Word, табличным процессором MS Excel, электронной почтой Mail, Open Mail и т. д.

Система, в частности, обеспечивает:

- регистрацию электронных документов, на которые заводятся электронные карточки;
- пересылку электронных документов и их электронных карточек, в том числе и на рабочие места исполнителей;
- накопление их в почтовых ящиках исполнителей;
- контроль перемещения и исполнения документов с оперативным получением соответствующей информации;
- ведение списков: пользователей, классификаторов документов, видов их доставки, файлов, используемых в документообороте.

Система поддерживает работу с текстовыми, рукописными, графическими документами, факсами, телефонограммами, телевизионными изображениями и т. д.

Системы автоматизации деловых процессов

Системы автоматизации деловых процессов позволяют:

- описывать в терминах движения документов деловые процессы;
- осуществлять их координацию друг с другом и реакцию на события (выполнять маршрутизацию);
- моделировать деловые процессы;
- контролировать выполнение деловых процессов;
- устанавливать права доступа пользователей;
- определять срок выполнения операций и другие атрибуты процесса.

Среди этих систем в первую очередь следует отметить технологию **WorkFlow**, основанную на процессной модели предприятия (организации) и позволяющую управлять как структурированной, так и неструктурированной информацией. Управление потоками осуществляется с помощью систем автоматизации деловых процессов. Деловой процесс формализуется как совокупность состояний и переходов, необходимых для описания взаимодействия как минимум двух субъектов, для выполнения заранее заданной цели.

Международная организация Workflow Management Coalition (WfMC) курирует разработку стандартов и спецификаций на системы автоматизации деловых процессов. Существует объединяющий стандарт Workflow Coalition API для использования на предприятии нескольких систем автоматизации деловых процессов, например систем управления потоками ActionWorkflow (Action Technologies), Staffware (Staffware plc.), FORMFLOW (Symantec), Workroute («Весть АО»).

Технология WorkFlow может работать с клиент-серверными сетями, в том числе сетями Интернет/интранет. Связь между клиентом и сервером осуществляется

при помощи механизма удаленного вызова процедур, позволяющего одной программе использовать сервис другой.

С помощью графического конструктора процедур (GWD) Staffware описываются сценарии реальных деловых процессов над документами. В основу GWD положена модель динамической пиктограммы, позволяющая наглядно отображать потоки выполнения бизнес-процедур. Все правила выполнения регламента записываются в виде программы на языке программирования, которая может быть легко подвергнута любой модификации.

Примером другой системы организации деловых процессов может служить программа **DOCS Open**. DOCS Open американской фирмы PC DOCS — это мощная система управления документами и организации деловых процессов. Она охватывает весь спектр функций регистрации, поиска, просмотра, систематизации и коллективной обработки документов. Базирующаяся на передовых технологиях, DOCS Open способна работать в гетерогенной сетевой среде и интегрироваться с имеющейся инфраструктурой.

Система манипулирует не только электронными документами, но может эффективно сопровождать и обычные бумажные документы. DOCS Open основывается на совокупности автоматизированных рабочих мест (АРМ):

- АРМ руководителя — должностного лица, определяющего тактику и стратегию функционирования фирмы;
- АРМ администратора — работника, отвечающего за организацию документооборота, формирование списка пользователей и определение их полномочий, ведение классификаторов и т. д.;
- АРМ пользователя — сотрудника, непосредственно выполняющего процедуры создания, редактирования и обработки документов;
- АРМ делопроизводителя — осуществляющего контроль за выполнением распоряжений и приказов;
- АРМ архивариуса — ведающего архивными документами;
- АРМ оператора — выполняющего оформление и корректировку документов;
- прочие АРМ.

Серверная часть DOCS Open требует для работы Windows NT/2000 Server и SQL Server, клиентская часть работает под Windows 95/98 или Windows NT Workstation и интегрируется с Microsoft Office. Существует русская версия.

Можно, наконец, назвать систему **Workroute** российской фирмы «Весть АО». Это эффективная система автоматизации деловых процессов, органично дополняющая системы управления документами. Workroute позволяет организовать документооборот, автоматизировать делопроизводство, определять персональные и коллективные задания с последовательно-параллельным прохождением этапов, координировать действия сотрудников и обеспечивать автоматический контроль за выполнением поручений. Workroute тесно интегрируется с системами управления документами, офисными приложениями, почтовыми программами, упрощая оперативное управление предприятием.

Серверная часть Workroute работает под управлением Windows NT/2000 Server и SQL Server, клиентская — под Windows 95/98 или Windows NT Workstation, имеет встроенный язык сценариев, совместимый с Visual Basic for Applications.

Все названные программы входят в наиболее интенсивно развивающуюся область программного обеспечения, ориентированного на рабочие группы — так называемые groupware-продукты (groupware — программное обеспечение для реализации совместной работы с электронными документами многих пользователей).

Вопросы для самопроверки

1. Что такое корпоративные информационные системы и каковы их основные функции?
2. Поясните назначение и особенности построения компьютерных корпоративных сетей.
3. Приведите типовые информационно-технологические структуры корпоративных сетей.
4. Дайте краткую характеристику корпоративных сетей на основе ОС Windows Server 2000.
5. Назовите и опишите основные сервисные службы корпоративных сетей на основе ОС Windows Server 2000.
6. Рассмотрите особенности построения и использования баз данных в корпоративных сетях Windows.
7. Дайте краткую характеристику корпоративных сетей на основе ОС Novell NetWare.
8. Что такое служба сервисного каталога NDS в сети Novell NetWare?
9. Назовите и поясните основные функциональные возможности приложения GroupWise в сети Novell NetWare.
10. Перечислите основные функции систем манипулирования электронными документами и поясните их.
11. Дайте краткую характеристику специализированных систем управления электронными документами.
12. Что такое системы автоматизации деловых процессов? Поясните их назначение и функциональные возможности.

Часть V
Системы
телекоммуникаций

Глава 15 Системы и каналы передачи данных

«Если где-то в мире есть полезная информация, предназначенная для вас, она должна быть доставлена вам незамедлительно» — одно из условий успешной предпринимательской деятельности.

Электронные коммуникации приобретают в современном мире все большее значение. Сегодня, в условиях ежегодного многократного увеличения информационных потоков, уже практически невозможно вообразить четкое взаимодействие предпринимательских фирм, банковских структур, государственных предприятий, других организаций и их сотрудников без современных средств телекоммуникации и связи. Без наличия таких средств никакая огромная армия канцелярских работников и курьеров не может обеспечить оперативность доставки необходимой информации в нужный момент в нужное место. А ведь часто даже минутная задержка в получении важной информации может вылиться в весьма ощутимые финансовые потери и имиджевые крахи.

Системы передачи данных и их характеристики

В системах административного управления информация передается как путем переноски (перевозки) информационных документов курьером (или по почте), так и с использованием систем автоматизированной передачи информации по каналам связи.

Ручная переноска и механическая перевозка документов являются весьма распространенными способами передачи информации в учреждениях. Этот способ, при минимальных капитальных затратах, полностью обеспечивает достоверность передачи информации, предварительно зафиксированной на документах и проконтролированной непосредственно в пунктах ее регистрации. Оперативность (скорость) передачи низкая и может удовлетворить лишь очень непритязательного пользователя. Для оперативной доставки информации используют системы автоматизированной передачи информации.

Совокупность средств, служащих для передачи информации, будем называть **системой передачи информации (СП)**.

На рис. 15.1 представлена обобщенная блок-схема автоматизированной системы передачи информации.

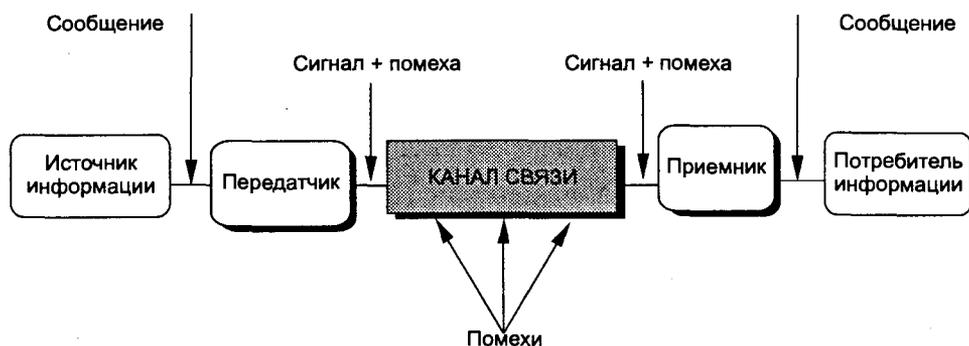


Рис. 15.1. Блок-схема автоматизированной системы передачи информации

Источник и потребитель информации непосредственно в СП не входят — они являются абонентами системы передачи. Абонентами могут быть компьютеры, маршрутизаторы ЛВС, системы хранения информации, телефонные аппараты, пейджеры, различного рода датчики и исполнительные устройства, а также люди.

В составе структуры СП можно выделить:

- канал передачи (**канал связи — КС**);
- передатчик информации;
- приемник информации.

Передатчик служит для преобразования полученного от абонента сообщения в сигнал, передаваемый по каналу связи, приемник — для обратного преобразования сигнала в сообщение, поступающее абоненту.

В идеальном случае при передаче должно быть однозначное соответствие между передаваемым и получаемым сообщениями. Однако под действием помех, возникающих в канале связи, в приемнике и передатчике, это соответствие может быть искажено, и тогда говорят о недостоверной передаче информации.

Основными качественными показателями системы передачи информации являются:

- пропускная способность,
- достоверность,
- надежность работы.

Пропускная способность системы (канала) передачи информации — наибольшее теоретически достижимое количество информации, которое может быть передано по системе за единицу времени. Пропускная способность системы определяется физическими свойствами канала связи и сигнала. От пропускной способности канала зависит максимально возможная скорость передачи данных по этому

каналу. Для определения максимально возможной скорости надо знать три основных параметра канала связи и три основных параметра сигнала, по нему передаваемого.

1. Параметры канала:

- F_k — *полоса пропускания канала* связи, или, иначе, полоса частот, которую канал способен пропустить, не внося заметного нормированного затухания сигнала;
- H_k — *динамический диапазон*, равный отношению максимально допустимого уровня сигнала в канале к уровню помех, нормированному для этого типа каналов;
- T_k — *время*, в течение которого канал используется для передачи данных.

2. Параметры сигнала:

- F_c — *ширина спектра частот сигнала*, под которой понимается интервал по шкале частотного спектра, занимаемый сигналом;
- H_c — *динамический диапазон*, представляющий собой отношение средней мощности сигнала к средней мощности помехи в канале;
- T_c — *длительность сигнала*, то есть время его существования.

Произведение трех названных параметров определяет, соответственно:

Объем канала связи:

$$V_k = F_k \cdot H_k \cdot T_k;$$

Объем сигнала:

$$V_c = F_c \cdot H_c \cdot T_c.$$

Один из создателей теории информации К. Шеннон показал, что количество информации на синтаксическом уровне (по Шеннону), которое несет сигнал, пропорционально объему этого сигнала; с другой стороны, выполнение неравенства $V_k \geq F_c$ является необходимым условием возможности неискаженной передачи данного сигнала по данному каналу, то есть в этом случае принципиально допустима такая передача.

Для непосредственной реализации означенной возможности требуется выполнение необходимых и достаточных условий «неискаженной передачи»: $V_k \geq F_c$, $H_k \geq H_c$, $Y_k \geq T_c$.

Согласование сигнала с каналом связи и уплотнение каналов при передаче по ним сигналов от разных источников как раз и заключается в таком преобразовании параметров сигналов, чтобы необходимое условие возможности передачи превратилось в достаточное.

Существует еще одно доказанное Шенноном соотношение, вытекающее из вышеприведенных, оно позволяет рассчитать непосредственно *максимально возможную скорость передачи* данных по каналу:

$$C = F \cdot \text{Log}_2(1 + P_c / P_{\text{ш}}).$$

где C — максимально возможная скорость в битах/с, F — ширина полосы пропускания канала связи в герцах, P_c — мощность сигнала, $P_{\text{ш}}$ — мощность шума.

Из этого соотношения (так же как из предыдущих) следует, что увеличить скорость передачи данных в канале связи можно или увеличив мощность сигнала, или снизив мощность помех. Увеличение мощности сигнала ограничено величиной допустимого уровня мощности сигнала в канале и мощностью передатчика (мощные передатчики имеют большие габариты и стоимость). Уменьшения мощности помех можно достигнуть, применяя хорошо экранированные от помех кабели (что тоже не дешево). Но и это еще не все трудности — главное, что скорость зависит от логарифма соотношения сигнал/шум, поэтому, например, увеличение мощности передатчика в два раза при типичном соотношении $P_c / P_{ш} = 100$ даст увеличение максимально возможной скорости только на 15%.

Скорость передачи информации измеряется в бит/с и в бодах. Количество изменений информационного параметра сигнала в секунду измеряется в бодах. **Бод** — это такая скорость, когда передается один сигнал (например, импульс) в секунду, независимо от величины его изменения. Единица измерения **бит/с** соответствует единичному изменению сигнала в канале связи и при простых методах кодирования сигнала; когда любое изменение бывает только единичным, можно принять, что: 1 бод = 1 бит/с; 1 Кбод = 10^3 бит/с; 1 Мбод = 10^6 бит/с и т. д.

В случае если элемент данных может быть представлен не двумя, а большим количеством значений какого-либо параметра сигнала, то есть изменение сигнала может быть не единичным, значение 1 бод > 1 бит в секунду.

Например, если измеряемыми (информационными) параметрами сигнала являются фаза и амплитуда синусоиды, причем различаются четыре значения фазы и два значения амплитуды, то информационный сигнал может иметь $2^3 = 8$ различных состояний. Тогда скорость передачи данных СП с тактовой частотой 9600 Гц будет 9600 бод, но $9600 \cdot 3 = 28\,800$ бит/с.

Достоверность передачи информации — передача информации без ее искажения.

Надежность работы — полное и правильное выполнение системой всех своих функций.

Понятия достоверности и надежности работы систем, и методы их обеспечения рассмотрены в главе 20.

Передатчик и приемник, или иначе — *аппаратура передачи данных* (АПД), непосредственно связывают терминальные устройства — оконечные устройства (источник и приемник информации) с каналом связи. Примерами АПД могут служить модемы, терминальные адаптеры, сетевые карты и т. д. АПД работает на физическом уровне, отвечая за передачу и прием сигнала нужной формы и мощности в физическую среду (линию связи).

В составе СП большой протяженности может использоваться и дополнительная аппаратура для улучшения качества сигнала («усиления» сигнала) и для формирования непрерывного физического или логического канала между абонентами. В качестве этой аппаратуры выступают повторители, коммутаторы, концентраторы, маршрутизаторы, мультиплексоры. Промежуточная аппаратура иногда образует достаточно сложную так называемую *первичную сеть*, но никакой функциональной нагрузки не несет — она должна быть незаметна (прозрачна) для абонента.

Линии и каналы связи

Линия связи и канал связи — это не одно и то же.

Линия связи (ЛС) — это *физическая среда*, по которой передаются информационные сигналы. В одной линии связи могут быть организованы несколько каналов связи путем временного, частотного кодового и других видов разделения — тогда говорят о *логических (виртуальных) каналах*. Если канал полностью монополизирован линией связи, то он может называться физическим каналом, и в этом случае совпадает с линией связи. Хотя допустимо, например, говорить об аналоговом или цифровом канале связи, но абсурдно заявлять об аналоговой или цифровой линии связи, раз линия — лишь физическая среда, в которой могут быть образованы каналы связи разного типа. Тем не менее, даже говоря о физической многоканальной линии, ее часто называют каналом связи. ЛС являются обязательным звеном любой системы передачи информации.

Каналы связи	
Физическая природа	<ul style="list-style-type: none"> • Механические • Акустические • Оптические • Электрические
Форма передаваемой информации	<ul style="list-style-type: none"> • Аналоговые • Цифровые
Направление передаваемой информации	<ul style="list-style-type: none"> • Симплексные • Полудуплексные • Дуплексные
Пропускная способность	<ul style="list-style-type: none"> • Низкоскоростные • Среднескоростные • Высокоскоростные
Наличие коммутации	<ul style="list-style-type: none"> • Коммутируемые • Выделенные

Рис. 15.2. Классификация каналов связи

Классификация каналов связи (КС) показана на рис. 15.2. По физической природе ЛС и КС на их основе делятся на:

- механические — используются для передачи материальных носителей информации;
- акустические — переносят звуковой сигнал;
- оптические — передают световой сигнал;
- электрические — передают электрический сигнал.

Электрические и оптические КС могут быть:

- проводными, где для передачи сигналов служат проводниковые линии связи (электрические провода, кабели, световоды и т. д.);

- беспроводными (радиоканалы, инфракрасные каналы и т. д.), использующими для передачи сигналов электромагнитные волны, распространяющиеся по эфиру.

По форме представления передаваемой информации КС делятся на:

- **аналоговые** — по аналоговым каналам передается информация, представленная в непрерывной форме, то есть в виде непрерывного ряда значений какой-либо физической величины;
- **цифровые** — по цифровым каналам пересылается информация, представленная в виде цифровых (дискретных, импульсных) сигналов той или иной физической природы.

В зависимости от возможных направлений передачи информации различают:

- *симплексные* КС, позволяющие передавать информацию только в одном направлении;
- *полудуплексные* КС, обеспечивающие попеременную передачу информации в прямом и в обратном направлениях;
- *дуплексные* КС, позволяющие вести передачу информации одновременно и в прямом, и в обратном направлениях.

Каналы связи могут быть, наконец:

- коммутируемыми;
- некоммутируемыми.

Коммутируемые каналы создаются из отдельных участков (сегментов) только на время передачи по ним информации; по окончании сеанса связи такой канал ликвидируется (разрывается).

Некоммутируемые (выделенные) каналы организуются на длительное время и имеют постоянные характеристики по длине, пропускной способности, помехозащищенности.

По пропускной способности их можно разделить на:

- **низкоскоростные** КС, скорость передачи информации в которых составляет от 50 до 200 бит/с; это телеграфные КС, как коммутируемые (абонентский телеграф), так и некоммутируемые;
- **среднескоростные** КС, например аналоговые (телефонные) КС; скорость передачи в них от 300 до 9600 бит/с, а в новых стандартах v90–v.92 Международного консультативного комитета по телеграфии и телефонии (МККТТ) и до 56 000 бит/с;
- **высокоскоростные** (широкополосные) КС, обеспечивающие скорость передачи информации выше 56 000 бит/с.

Следует особо отметить, что телефонный КС является более узкополосным, чем телеграфный, но скорость передачи данных по нему выше благодаря обязательному наличию модема, существенно снижающего F_c передаваемого сигнала. При простом кодировании максимально достижимая скорость передачи данных по аналоговым каналам не превосходит 9600 бод = 9600 бит/с. Применяемые

в настоящее время сложные протоколы кодирования передаваемых данных используют не два, а несколько значений параметра сигнала для отображения элемента данных, и позволяют достичь скорости передачи данных по аналоговым телефонным линиям связи $56 \text{ Кбит/с} = 9600 \text{ бод}$.

По цифровым КС, организованным на базе телефонных линий, скорость передачи данных благодаря уменьшению F_c и увеличению H_c оцифрованного сигнала также может быть выше (до 64 Кбит/с), а при мультиплексировании нескольких цифровых каналов в один в таком составном КС скорость передачи способна удваиваться, утраиваться и т. д.; существуют подобные каналы со скоростями в десятки и сотни мегабитов в секунду.

Физической средой передачи информации в низкоскоростных и среднескоростных КС обычно являются проводные линии связи: группы либо параллельных, либо скрученных («витая пара») проводов.

Для организации широкополосных КС используются различные кабели, в частности:

- неэкранированные с витыми парами из медных проводов (Unshielded Twisted Pair – UTP);
- экранированные с витыми парами из медных проводов (Shielded Twisted Pair – STP);
- волоконно-оптические (Fiber Optic Cable – FOC);
- коаксиальные (Coaxial Cable – CC);
- беспроводные радиоканалы.

Витая пара – это изолированные проводники, попарно свитые между собой для уменьшения перекрестных наводок между проводниками. Такой кабель, состоящий обычно из небольшого количества витых пар (иногда даже двух), характеризуется меньшим затуханием сигнала при передаче на высоких частотах и меньшей чувствительностью к электромагнитным наводкам, чем параллельная пара проводов.

UTP-кабели чаще других используются в системах передачи данных, в частности в вычислительных сетях. Выделяют пять категорий витых пар UTP: первая и вторая категории используются при низкоскоростной передаче данных; третья, четвертая и пятая – при скоростях передачи соответственно до 16, 25 и 155 Мбит/с (а при использовании стандарта технологии Gigabit Ethernet на витой паре, введенного в 1999 году, и до 1000 Мбит/с). При хороших технических характеристиках эти кабели сравнительно недороги, они удобны в работе, не нуждаются в заземлении.

STP-кабели обладают хорошими техническими характеристиками, но имеют высокую стоимость, жестки и неудобны в работе и требуют заземления экрана. Они делятся на типы: Type 1A, Type 2A, Type 3A, Type 5A, Type 9A. Из них Type 3A определяет характеристики неэкранированного телефонного кабеля, а Type 5A – волоконно-оптического кабеля. Наиболее популярен кабель Type 1A стандарта IBM, состоящий из двух пар скрученных проводов, экранированных проводящей

оплеткой, которую положено заземлять. Его характеристики примерно соответствуют характеристикам УТР-кабеля категории 5.

Коаксиальный кабель представляет собой медный проводник, покрытый диэлектриком и окруженный свитой из тонких медных проводников экранирующей защитной оплеткой. Коаксиальные кабели для телекоммуникаций делятся на две группы:

- «толстые» коаксиалы;
- «тонкие» коаксиалы.

Толстый коаксиальный кабель имеет наружный диаметр 12,5 мм и достаточно толстый проводник (2,17 мм), обеспечивающий хорошие электрические и механические характеристики. Скорость передачи данных по толстому коаксиальному кабелю достаточно высокая (до 50 Мбит/с), но, учитывая определенное неудобство работы с ним и его значительную стоимость, рекомендовать его для использования в сетях передачи данных можно далеко не всегда. Тонкий коаксиальный кабель имеет наружный диаметр 5–6 мм, он дешевле и удобнее в работе, но тонкий проводник в нем (0,9 мм) обуславливает худшие электрические (передает сигнал с допустимым затуханием на меньшее расстояние) и механические характеристики. Рекомендуемые скорости передачи данных по «тонкому» коаксиалу не превышают 10 Мбит/с.

Основу *волоконно-оптического кабеля* составляют «внутренние подкабели» — стеклянные или пластиковые волокна диаметром 8–10 (одномодовые — однолучевые) и 50–60 (многомодовые — многолучевые) микрон, окруженные твердым наполнителем и помещенные в защитную оболочку диаметром 125 мкм. В одном кабеле может содержаться от одного до нескольких сотен таких «внутренних подкабелей». Кабель, в свою очередь, окружен наполнителем и покрыт более толстой защитной оболочкой, между которыми проложены кевларовые волокна, принимающие на себя обеспечение механической прочности кабеля.

По одномодовому волокну (диаметр их 8–10 мкм) оптический сигнал распространяется, почти не отражаясь от стенок волокна (входит в волокно параллельно его стенкам), чем обеспечивается очень широкая полоса пропускания (до сотен гигагерц на километр). По многомодовому волокну (его диаметр 40–100 мкм) распространяются сразу много волн различной длины, каждая из которых входит в волокно под своим углом и, соответственно, отражается от стенок волокна в разных местах (полоса пропускания многомодового волокна 500–800 МГц на километр).

Источником распространяемого по оптоволоконному кабелю светового луча является преобразователь электрических сигналов в оптические, например светодиод или полупроводниковый лазер. Кодирование информации осуществляется изменением интенсивности светового луча. Физической основой передачи светового луча по волокну является принцип полного внутреннего отражения луча от стенок волокна, обеспечивающий минимальное затухание сигнала, наивысшую защиту от внешних электромагнитных полей и высокую скорость передачи. По оптоволоконному кабелю, имеющему большое число волокон, можно передавать огромное количество сообщений. На другом конце кабеля принимающий прибор

преобразует световые сигналы в электрические. Скорость передачи данных по оптоволоконному кабелю очень высока и достигает величины 1000 Мбит/с, но он очень дорог и используется обычно лишь для прокладки ответственных магистральных каналов связи. Такой кабель связывает столицы и крупные города большинства стран мира, а по дну Атлантического океана проложен кабель между Европой и Америкой. Оптоволоконный кабель соединяет Санкт-Петербург с Москвой, прибалтийскими и скандинавскими странами, кроме того, он проложен в тоннелях метро и проникает во все районы Санкт-Петербурга. В вычислительных сетях, и в частности, в сети Интернет оптоволоконный кабель используется на наиболее ответственных их участках. Возможности оптоволоконных каналов поистине безграничны: по одному толстому магистральному оптоволоконному кабелю можно одновременно организовать несколько сот тысяч телефонных каналов, несколько тысяч видеотелефонных каналов и около тысячи телевизионных каналов.

Радиоканал — это беспроводный канал связи, прокладываемый через эфир. Система передачи данных (СПД) по радиоканалу включает в себя радиопередатчик и радиоприемник, настроенные на один и тот же радиоволновой диапазон, который определяется частотной полосой электромагнитного спектра, используемой для передачи данных. Часто такую СПД называют просто радиоканалом. Скорости передачи данных по радиоканалу практически не ограничены (они ограничиваются полосой пропускания приемо-передающей аппаратуры). Высокоскоростной радиодоступ предоставляет пользователям каналы со скоростью передачи 2 Мбит/с и выше. В ближайшем будущем ожидаются радиоканалы со скоростями 20–50 Мбит/с. В табл. 15.1 представлены названия радиоволн и соответствующие им частотные участки.

Таблица 15.1. Диапазоны радиоволн

Название диапазона волн	Полоса частот
Сверхдлинные волны	3–30 кГц
Длинные волны	30–300 кГц
Средние волны	300–3000 кГц
Короткие волны	3–30 МГц
Ультракороткие волны	30 МГц–300 ГГц
Субмиллиметровые волны	300–6000 ГГц

Для коммерческих телекоммуникационных систем чаще всего выделяются частотные диапазоны 902–928 МГц и 2,4–2,48 ГГц (в некоторых странах, например США, при малых уровнях мощности излучения — до 1 Вт — разрешено использовать эти диапазоны без государственного лицензирования).

Беспроводные каналы связи обладают плохой помехозащищенностью, но обеспечивают пользователю максимальную мобильность и оперативность связи. В вычислительных сетях беспроводные каналы связи для передачи данных используются чаще всего там, где применение традиционных кабельных технологий затруднено

или просто невозможно. Но в ближайшем будущем ситуация может измениться — активно ведется разработка новой технологии беспроводной связи Bluetooth.

Bluetooth — это технология передачи данных по радиоканалам на короткие расстояния, позволяющая осуществлять связь беспроводных телефонов, компьютеров и различной периферии даже в тех случаях, когда нарушается требование прямой видимости.

Общепотребительными и уже достаточно известными являются соединения электронной аппаратуры между собой при помощи инфракрасного канала связи. Но эти соединения требуют прямой видимости. Например, пультом дистанционного управления телевизором невозможно воспользоваться, если между вами и телевизором оказался хотя бы лист газетной бумаги.

Первоначально *Bluetooth* рассматривалась исключительно как альтернатива инфракрасным соединениям между различными портативными устройствами. Но сейчас специалисты предсказывают уже два направления широкого использования Bluetooth. Первое — это домашние сети, включающие в себя различную электронную технику, в частности компьютеры, телевизоры и т. п. Второе, гораздо более важное, направление — локальные сети офисов небольших фирм, где стандарт Bluetooth позиционируется как замена традиционных проводных технологий. Недостатком Bluetooth является сравнительно низкая скорость передачи данных — она не превышает 720 Кбит/с, поэтому эта технология не способна обеспечить передачу видеосигнала.

Телефонные линии связи являются наиболее разветвленными и широко используемыми. По ним осуществляется передача звуковых (тональных) и факсимильных сообщений, они являются основой построения информационно-справочных систем, систем электронной почты и вычислительных сетей.

По телефонным линиям могут быть организованы и аналоговые, и цифровые каналы передачи информации. Рассмотрим этот вопрос, ввиду его высокой актуальности, несколько подробнее.

«Простая старая телефонная система», в англоязычной аббревиатуре POTS (Primitive Old Telephone System), состоит из двух частей: магистральной системы связи и сети доступа абонентов к ней. Самый обычный вариант доступа абонентов к магистральной системе — через абонентский аналоговый канал связи. Большинство телефонных аппаратов подключаются к автоматической телефонной станции (АТС), являющейся уже элементом магистральной системы.

Телефонный микрофон преобразует звуковые колебания в аналоговый электрический сигнал, который и передается по абонентской линии в АТС. Требуемая для передачи человеческого голоса полоса частот составляет примерно 3 кГц, в диапазоне от 300 Гц до 3,3 кГц. При снятии телефонной трубки формируется сигнал off-hook, сообщающий АТС о вызове, и, если телефонная станция не занята, набирается нужный телефонный номер, который передается в АТС в виде последовательности импульсов (при импульсном наборе) или в виде комбинации сигналов звуковой частоты (при тональном наборе). Завершается разговор сигналом on-hook, формируемым при опускании трубки. Такой тип процедуры вызова называется in band, поскольку передача сигналов вызова производится по тому же каналу, что и передача речи.

Цифровые каналы связи

Поскольку цифровые сигналы можно более эффективно и гибко обрабатывать и передавать чем аналоговые, стали развиваться **цифровые каналы связи**.

Перед вводом в такой канал аналогового сигнала он оцифровывается — преобразуется в цифровую форму: каждые 125 мкс (частота оцифровки обычно равна 8 кГц) текущее значение аналогового сигнала отображается 8-разрядным двоичным кодом. Скорость передачи данных по базовому цифровому каналу, таким образом, составляет 64 Кбит/с; но путем некоторых технических ухищрений несколько цифровых каналов можно объединять в один (мультиплексировать), то есть создавать более скоростные каналы. Простейшим мультиплексированным цифровым каналом является канал со скоростью передачи 128 Кбит/с. Более сложные каналы, мультиплексирующие, например, 32 базовых канала, обеспечивают пропускную способность 2048 Мбит/с. Базовые или мультиплексированные цифровые каналы используются повсеместно в современных магистральных системах, а также для подсоединения к ним офисных цифровых АТС.

В последние годы за рубежом стал весьма популярным цифровой абонентский доступ, при котором оцифровка (дискретизация) звукового сигнала выполняется уже в абонентской телефонной системе, содержащей интерфейсный цифровой адаптер.

Наиболее распространенной и активно развивающейся в настоящее время является *цифровая сеть с интеграцией услуг* — ISDN (Integrated Services Digital Network), опирающаяся на цифровые абонентские каналы.

Цифровые коммуникации более надежны, чем аналоговые, обеспечивают большую целостность каналов связи, позволяют эффективнее внедрять механизмы защиты данных, основанные на их шифровании. Важным является и то, что для создания ISDN можно использовать уже имеющуюся инфраструктуру телефонных сетей, правда, из-за установки дополнительного оборудования и сложности его настройки возрастают затраты на организацию системы связи. Затраты на подключение к ISDN физических лиц составляют \$600–800. Но, учитывая высокую пропускную способность сетей ISDN, они достаточно быстро окупаются. Вместе с тем, существуют проблемы совместимости ISDN-оборудования различных производителей.

Из активно развивающихся цифровых систем следует отметить модификации технологии *цифровых абонентских линий* (**DSL**, Digital Subscriber Line). Эта технология обеспечивает высокоскоростную передачу данных на коротком участке витой пары, соединяющем абонента, на стороне которого установлен *xDSL-модем*, с ближайшей автоматической телефонной станцией (АТС), то есть обеспечивает решение проблемы «последней мили», отделяющей потребителя от поставщика услуг.

В 1990 году компания Bellcore предложила технологию **HDSL** (High Bit Rate DSL), являющуюся высокоскоростным воплощением абонентской линии ISDN. HDLS использует четырехуровневую амплитудно-импульсную модуляцию, при

которой одним импульсом можно передавать два бита информации. Передача ведется в дуплексном режиме по одной паре проводов со скоростью 768 или 1024 Кбит/с (в зависимости от сервиса T1 или E1) на расстояния до 3,6 км. При использовании двух или трех пар проводов обеспечивается скорость передачи данных от 1,544 до 2,048 Мбит/с.

Сейчас имеется несколько стандартизованных модификаций HDSL:

- **SDSL** (Symmetric DSL) представляет собой разновидность HDSL, использующую только одну пару проводов;
- **RADSL** (Rate Adaptive DSL) обеспечивает возможность выбора для использования одной из нескольких (обычно из 8) линейных скоростей;
- **MSDSL** (Multirate SDSL) позволяет динамически изменять информационную скорость в диапазоне от 64 до 1152 Кбит/с в зависимости от параметров линии;
- **ADSL** (Asymmetric DSL) — наиболее популярная сейчас модификация, которая разрабатывалась специально для обеспечения доступа к информационным ресурсам сети Интернет.

Асимметричность состоит в увеличении скорости передачи в одном направлении за счет снижения этой скорости в другом. При передаче информации из сети абоненту эта скорость может достигать 8 Мбит/с; в обратном направлении — 1,5 Мбит/с. Эта технология удобна еще и тем, что дает возможность использования канала связи для передачи данных и ведения телефонных разговоров — дополнительно к модемам требуется оборудование разделения каналов данных и голоса — сплиттеры (правда, в модемном стандарте для аналоговых линий V.92 такая возможность тоже предусмотрена). Обычно ADSL-модемы, подключаемые к обоим концам линии между абонентом и АТС, образуют на основе частотного разделения три логических (виртуальных) канала: быстрый канал передачи данных от сети абоненту (downstream), менее быстрый канал передачи от абонента в сеть (upstream) и обычный канал телефонной связи для телефонных разговоров. Ввиду сугубо асимметричного трафика полоса пропускания широкополосного канала (витая пара) между этими каналами делится также асимметрично. В 1997 году была предложена более дешевая и удобная в работе модификация ADSL — Universal ADSL (**UADSL**), обеспечивающая, правда, существенно более низкие скорости передачи данных:

- при длине линии до 3,5 км скорость передачи от сети составляет 1,5 Мбит/с, а от абонента — 384 Кбит/с;
- при длине линии до 5,5 км (средняя длина абонентских линий городских АТС) скорость передачи от сети составляет 640 Кбит/с, а от абонента — 196 Кбит/с.

Но если одновременная передача голоса и данных по технологии ADSL требует установки на стороне абонента сплитера (фильтра), отделяющего речевой трафик от данных, то по технологии UADSL этого не требуется. Кроме того, пониженные скорости передачи позволяют снизить требования к качеству линии связи и к системе обработки сигнала (приемнику).

Последняя, разрабатываемая сейчас технология, — **VDSL** (Very high-speed DSL) — сверхбыстрая цифровая абонентская линия, обеспечивающая передачу данных по витой паре:

- при длине линии до 300 м скорость передачи от сети составляет 52 Мбит/с, а от абонента — 2,3 Мбит/с;
- при длине линии до 1,5 км скорость передачи от сети составляет 13 Мбит/с, а от абонента — 1,6 Мбит/с.

Предполагается, что ранние версии VDSL будут использовать схему частотного разделения потоков, применяющуюся и в технологии SDSL. Кроме того, предусматривается возможность одновременного подключения нескольких абонентских устройств к линии VDSL.

В ответственных приложениях при существенно большем уровне затрат конкуренцию ISDN и ADSL в ближайшем будущем могут составить цифровые магистрали с синхронно-цифровой иерархией **SDH** (Synchronous Digital Hierarchy). В системе SDH есть целая иерархия скоростей передачи данных: от 155,52 Мбит/с (STM-1), 622,08 Мбит/с (STM-4) до 2488,32 Мбит/с (STM-16) и даже до 10 000 Мбит/с (STM-64), обещанных в ближайшем будущем. Магистрали SDH используют оптоволоконные линии связи, а там, где прокладка последних затруднена — радиолинии.

Российские сети передачи информации

Согласно прогнозам американской консалтинговой фирмы GIST Inc., в ближайшие годы спрос на услуги передачи данных в России вырастет в 10 раз.

Но и сейчас в стране имеются десятки тысяч международных телефонных каналов, реально действуют более 200 пейджинговых операторов; в большинстве регионов страны работают сотовые системы радиотелефонной связи, активно развивается транкинговая радиотелефонная связь.

С помощью волоконно-оптических линий связи Россия связана с большим числом европейских и азиатских государств: только за последние четыре года были введены в строй крупнейшие цифровые волоконно-оптические линии международной связи с Данией, Финляндией, Турцией, Италией, Украиной, Японией, Кореей, Китаем и другими странами.

В настоящее время около тысячи российских и совместных операторов предприятий получили лицензии на эксплуатацию и оказание услуг в сетях передачи данных.

Крупнейшими компаниями российского рынка по предоставлению услуг в сетях передачи данных являются:

- «МирТелеКом», объединяющая известных российских операторов связи «Макомнет», «Метроком», «Раском», «Анаком», Международную компанию свя-

зи (МКС), американскую телекомпанию Andrew Telecom и др. Услуги, предоставляемые этой ассоциацией, подробнее мы рассмотрим далее;

- **«Связьинвест»** — крупнейший холдинг, обеспечивающий местную, между-городную и международную телефонную связь (аналоговую и цифровую), услуги по цифровой внутризонавой и магистральной первичным сетям;
- **«Аэроком»** — оператор услуг местной, междугородной, международной телефонной связи бизнес-класса корпоративным пользователям, а также индивидуальным клиентам, таксофонным системам;
- **Relcom** («Релком») обслуживает более 200 тысяч абонентов, в основном по арендованным у других компаний каналам связи, и использует самые разные протоколы управления связью, в том числе и TCP/IP-протоколы сети Интернет;
- **Rospak** («Роспак») создана в 1992 году АО «Ростелеком» и ориентирована на выполнение услуг предприятий госсектора и правительственных учреждений по протоколам серии X (X.3, X.25, ... X.400). Цены на услуги этой компании в России одни из самых низких. Пункты доступа к сети «Роспак» сейчас функционируют в 130 российских городах. Довольно значительную часть доходов этой компании приносит сдача в аренду каналов передачи данных. Линиями «Роспак» пользуются «Роснет», «Релком» и другие российские операторы;
- **Rosnet** («Роснет») обслуживает преимущественно государственные учреждения по протоколам серии X; имеет широкий доступ к другим российским сетям и к многочисленным отечественным банкам данных;
- **Sprint** — совместное предприятие американской компании Sprint International и российского Центрального телеграфа, образованное в 1990 году; оказывает услуги по собственным высокоскоростным сетям, используя протоколы X.25, X.400 и протокол Global Sprint Fax (услуги этой компании на российском рынке достаточно дороги);
- **Infotel** («Инфотел») — совместное предприятие немецкой компании Deutsche Telecom, Московской государственной телефонной сети и других фирм, ориентация ее услуг та же, что и у компании «Роснет», но она обеспечивает доступ ко всем услугам сети Интернет по протоколам TCP/IP;
- **«Гласнет»** — член Ассоциации прогрессивных коммуникаций (Сан-Франциско, США). Компания создана в целях обеспечения доступа в сеть Интернет некоммерческих организаций и частных пользователей России.

На сегодняшний день компании ассоциации **«МирТелеКом»** создали и обслуживают одну из самых крупных полностью цифровых корпоративных сетей связи в России. Каждый сегмент сети контролируется и поддерживается одним из членом ассоциации:

- **«Макомнет»** и **«Метроком»** владеют самыми разветвленными и протяженными волоконно-оптическими сетями, проложенными в тоннелях метро Москвы и Санкт-Петербурга;

- «Раском» является оператором волоконно-оптической магистрали, протянувшейся от Москвы к Санкт-Петербургу и далее до границы с Финляндией;
- МКС выполняет функции мощного коммутационного центра, в состав которого входят высокоскоростные каналы междугородной и международной связи;
- «Анаком» успешно работает в области космической связи, обеспечивая надежную связь практически со всеми регионами мира;
- Andrew Telecom владеет емкостью в трансатлантическом кабеле, соединяющем Европу с Северной Америкой, и имеет свои пункты связи в США, Великобритании, Мексике и т. д.

Сеть «МирТелеКом» предоставляет весь спектр услуг современной связи:

- интегрированные телекоммуникационные решения для передачи данных, речи и видеoinформации;
- местную, междугородную и международную связь;
- доступ в Интернет;
- IP-телефонию;
- услуги сетей ISDN (в частности, видеоконференц-связь), xDSL, ATM, Frame Relay;
- услуги выделенных волоконно-оптических и спутниковых каналов связи;
- услуги цифровых каналов связи для трансляции радио- и телевизионных программ;
- подключение к электронной системе торгов ценными бумагами и т. д.

Среди петербургских компаний следует в первую очередь отметить ОАО «Петербургская Телефонная Сеть» и «Санкт-Петербургский Телеграф» и АО «ПетерСтар».

Открытое акционерное общество «Петербургская Телефонная Сеть» (ПТС):

- устанавливает и обслуживает телефоны и факсимильные аппараты в квартирах и офисах;
- обеспечивает мобильную телефонную связь;
- обеспечивает передачу цифровой информации;
- эксплуатирует сеть таксофонов;
- предоставляет справочную информацию абонентам.

Открытое акционерное общество «Санкт-Петербургский Телеграф» предлагает в полном объеме все виды услуг по системам телеграфной и факсимильной связи, услуги передачи данных по сети «Роснет», услуги электронной почты, разнообразный информационно-справочный сервис.

Акционерное общество «ПетерСтар» обеспечивает коммерческую телефонизацию корпоративных и индивидуальных абонентов города.

Системы оперативной связи

За последнее десятилетие оперативные телекоммуникации превратились из инженерно-технологического объекта в серьезную народнохозяйственную отрасль промышленности. Без средств оперативной связи сегодня немыслимо эффективное управление предприятием, организацией, корпорацией и любым другим организационно экономическим объектом.

Системы оперативной связи (СОпСв) весьма разнообразны; их можно классифицировать по целому ряду признаков, таких как назначение, способ соединения, способ передачи, вид канала связи и т. д.

По виду используемого канала связи СОпСв могут быть разделены на:

- аналоговые;
- цифровые.

По степени документированности передаваемой информации СОпСв подразделяются на системы передачи (СП):

- документированной информации (с регистрацией информации);
- с документированием (регистрацией) информации при приеме;
- недokumentированной информации (без регистрации информации).

В СП *документированной информации* передача ведется с «документа на документ». У передающего абонента информация может либо автоматически считываться из файла или заранее сформированного бумажного документа, либо вводиться вручную, но при параллельной регистрации ее в электронном или на бумажном документе. У принимающего абонента предусмотрена обязательная регистрация поступающей информации на твердом носителе или в электронном документе (в файле).

В СП *недокументированной информации* не предусматривается обязательная регистрация информации на документ ни у передающего, ни у принимающего абонентов, хотя при желании такая регистрация может быть выполнена с привлечением дополнительных технических или программных средств. Чаще всего СП этого типа передают голосовую, то есть устную звуковую информацию.

В СП с *документированием информации* только при приеме обязательна регистрация информации, на передающем конце она отсутствует. Информация передается с устройств ручного ввода, полуавтоматических устройств ввода информации, от автоматических датчиков, счетчиков, установленных на технологических агрегатах и т. п. Регистрация сообщения на электронный или бумажный документ обязательна лишь у принимающего абонента.

Такая классификация относительна, поскольку даже обычные телефоны с автоответчиком позволяют регистрировать информацию в звуковых файлах, а сотовые телефоны и пейджеры — сохранять сообщения в текстовых файлах. Поэтому отнесение системы оперативной связи (СОпСв) к той или иной группе документированности можно выполнить только по преимущественному исполнению.

Классификация систем оперативной связи показана на рис. 15.3.



Рис. 15.3. Классификация систем оперативной связи

Вопросы для самопроверки

1. Назовите компоненты и основные характеристики системы передачи данных.
2. Что такое пропускная способность канала связи и чем она определяется?
3. Приведите многоаспектную классификацию каналов связи.
4. Назовите и поясните основные типы линий связи, используемых в системах телекоммуникаций.
5. Дайте краткую характеристику основных технологий, используемых для организации цифровых каналов связи.
6. Назовите российские телекоммуникационные сети и перечень предоставляемых ими услуг.
7. Дайте классификацию систем оперативной связи.

Глава 16 Телефонная связь

Телефонная связь представляет собой самый распространенный вид оперативной связи. Абонентами сети телефонной связи являются как физические лица, так и предприятия. Телефонная связь играет важную роль в фирмах, офисах и т. п. Так, для большинства фирм телефон является своеобразной визитной карточкой, поскольку первые контакты со смежниками и заказчиками чаще всего осуществляются по телефонной линии связи. Удобство соединения и сервисные возможности телефонного аппарата, а они во многом определяются офисной автоматической телефонной станцией (АТС), формируют первое впечатление о солидности фирмы, а это немаловажно.

Однако далеко не все знают о возможностях телефонных систем, тех сервисных услуг, которые предоставляет или может предоставлять своим абонентам система телефонной связи. Подробно рассмотреть все эти услуги, а их в настоящее время более 600 наименований, не представляется возможным, но кратко познакомиться с некоторыми из них следует.

Телефонную связь можно разделить на:

- телефонную связь общего пользования (городскую, междугородную и т. д.);
- внутриучрежденческую телефонную связь.

Особыми видами телефонной связи являются: радиотелефонная связь, видеотелефонная связь.

Система телефонной связи состоит из телефонной сети и абонентских терминалов.

В общем случае *телефонная сеть* — это совокупность узлов коммутации, роль которых выполняют автоматические телефонные станции (АТС), соединяющих их каналов связи и абонентских каналов, связывающих терминалы абонентов с АТС. Абонентские каналы часто называют каналами «последней мили» или просто «последней милей».

Абонентские терминалы (а ими могут быть абонентские телефонные аппараты, офисные АТС или компьютеры) обычно подключаются к сети по паре медных проводов — абонентской линии. Абонентская линия имеет в сети свой уникальный номер (номер абонента); ее длина, как правило, не должна превышать 7–8 км, и передача информации по ней ведется чаще всего в аналоговой форме.

АТС соединяются друг с другом по так называемым соединительным линиям — сейчас практически во всех сетях общего пользования применяются четырехпроводные цифровые линии (по одной паре проводов для передачи сигналов в каждом направлении — от одной АТС к другой и обратно).

Телефонная сеть имеет иерархическую структуру. На нижнем уровне расположены оконечные АТС, к которым и подключаются абонентские терминалы; такая АТС имеет номер, обычно совпадающий с начальными цифрами номера абонента (например, в Санкт-Петербурге абонент, которому выделен номер 267 0202, подключен к АТС 267; внутри АТС этот абонент имеет номер 0202). Если АТС коммутирует более 10 000 абонентов (например, станция 5ESS обслуживает до 350 000 абонентов), то она делится на несколько логических подстанций, со своими отдельными номерами.

Совокупность АТС, обслуживающих некоторый географический регион, образует зону, которой присваивается уникальный номер внутри страны (например, Санкт-Петербург — зона 812, Москва — зона 095 и т. п.). Связь между зонами осуществляется с помощью АТС более высокого уровня иерархии — междугородных. Междугородные АТС имеют два номера: номер для своих внутренних АТС — 8, он единый для всех АТС России; номер для внешних междугородных АТС — ее уникальный номер (812, 095 и т. п.).

По такому же принципу междугородные АТС подключаются к АТС верхнего уровня — международным. В России для выхода на международную АТС следует набрать ее единый для страны номер — 10, а для входа в международную АТС другого государства — его код.

Таким образом, полный, всемирно **уникальный абонентский номер** состоит из *кода страны, кода зоны внутри страны, номера АТС внутри зоны и номера абонентского терминала внутри АТС*. Если абонентский терминал представляет собой офисную АТС, то для идентификации абонента может потребоваться добавочный номер абонента внутри офисной АТС.

Современная АТС — это программно управляемая коммутационная система, работающая с цифровыми сигналами. Это означает, что при вводе в АТС аналоговый сигнал, поступающий с абонентской линии, переводится в цифровую форму и в этой форме распространяется далее по телефонной сети, преобразуясь снова в аналоговую форму при попадании в абонентскую линию другого абонента.

При обращении внутреннего абонента к АТС ему выделяется определенный внешний канал: количество внешних каналов у АТС много меньше количества подключенных к ней абонентов. Отношение числа абонентов АТС к числу ее внешних каналов называется коэффициентом концентрации. Нормальными значениями этого коэффициента считаются величины порядка 8:1–10:1 (коэффициент 8:1 означает, что если сразу все абоненты запросят у АТС соединение, то она сможет удовлетворить запросы только 12,5% из них; но вероятность одновременного обращения к АТС 1250 абонентов из 10 000 при статистически средней интенсивности загрузки одного абонентского канала невелика, поэтому приведенные выше коэффициенты концентрации вполне приемлемы).

Остановимся несколько подробнее на разновидностях и сервисных возможностях телефонных аппаратов и офисных АТС.

Абонентские телефонные аппараты

Телефонные аппараты (ТА) весьма разнообразны как по своему конструктивному исполнению (настенные, настольные, в стиле ретро, портативные в виде телефонных трубок, с поворотными и кнопочными номеронабирателями и т. д.), так и по сервисным возможностям, ими предоставляемым.

В современных телефонных системах существуют два способа кодирования набираемого номера:

- Pulse — **импульсный**, применяющийся в аппаратах с вращающимся наборным диском;
- Tone — **тональный**, в основном используемый кнопочными номеронабирателями (имеющими, впрочем, и импульсный набор).

В первом случае при наборе цифры в линию связи подаются импульсы, количество которых соответствует набранной цифре; при тональном способе посылается непрерывный сигнал, состоящий из комбинации двух частот, значения которых и кодируют передаваемый номер.

Практически все действующие телефонные сети допускают импульсный набор номера. Тональные же системы набора, хотя они и становятся стандартом, могут использоваться лишь на сравнительно новых АТС. На большинстве новых телефонных аппаратов предусмотрен переключатель способа кодирования Pulse/Tone. Среди существенных сервисных возможностей телефонных аппаратов следует отметить:

- многоканальность, то есть подключение телефонного аппарата к различным телефонным линиям;
- переключение вызывающего абонента на другую линию;
- наличие кнопки временного отключения микрофона от сети;
- переговоры сразу с несколькими абонентами;
- наличие долговременной памяти номеров приоритетных абонентов;
- наличие оперативной памяти для повторного вызова последнего абонента, в том числе и для многократного вызова (автодозвона) занятого абонента;
- постановку собеседника на удержание с включением фоновой музыки;
- автоматическое определение номера (АОН) вызывающего абонента с отображением его на дисплее и звуковым его воспроизведением;
- защиту от АОН вызываемого абонента (анти-АОН);
- запоминание номеров вызывающих абонентов и текущего времени каждого вызова;
- индикацию во время разговора второго вызова и номера вызывающего абонента;
- наличие календаря, часов и таймера продолжительности разговора;
- использование персональных кодов-паролей;

- наличие автоответчика и встроенного диктофона для записи передаваемых сообщений;
- наличие электронного телефонного справочника и автонаборщика найденного телефона;
- дистанционное управление телефоном;
- возможность подключения телефона к компьютеру.

Автоматические определители номера

Очень часто продаются несертифицированные телефоны с АОН и АОН, изготовленные кустарным образом. Такая аппаратура обычно не обеспечивает надлежащее качество работы и даже создает известные трудности в работе городских АТС. Поэтому следует приобретать только аппараты, имеющие сертификат, подтверждающий возможность их работы в отечественных телефонных сетях.

Еще лучше обзавестись специализированным устройством-коммутатором, позволяющим подключать телефонный аппарат, автоответчик и имеющим АОН, например устройство идентификации абонента — Caller ID. При использовании такого устройства, подключенного к цифровой городской АТС, обеспечивается цивилизованное предоставление услуг по определению номера вызывающего абонента, в том числе и его имени.

Схема подключения устройства Caller ID к телефонной и сетевой розеткам показана на рис. 16.1.

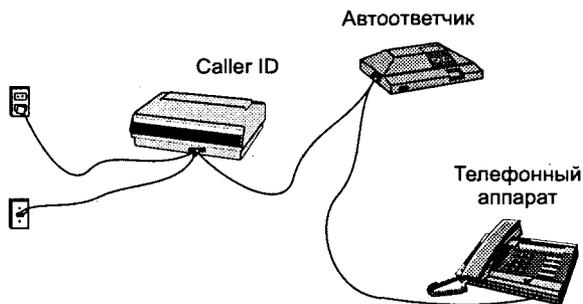


Рис. 16.1. Подключение устройства идентификации абонента

Устройство Caller ID реализует следующие функции:

- отображение имени и номера телефона вызывающего абонента;
- отображение полной информации об абоненте на дисплее после поступления первого звонка;
- сохранение в памяти информации о поступивших звонках для последующего просмотра с фиксацией времени поступления звонка;
- подсветка дисплея в темное время суток или в плохо освещенной комнате;
- мигающая световая сигнализация о поступлении новых звонков в период занятости телефона;

- просмотр информации о звонках с помощью кнопки Review;
- удаление из памяти ненужных звонков с помощью кнопки Delete.

Следует учитывать, что АОН и автоответчик могут ввести ваших партнеров в непредвиденные дополнительные расходы и, возможно, даже «отвадить» их от вас: они крайне неудобны для звонков с сотовых телефонов и при междугородной и международной связи. Любой звонок на телефон, оборудованный АОНОм, должен быть оплачен, даже если разговор из-за отсутствия абонента не состоялся (определение номера происходит после соединения с вызываемым абонентом, то есть фактически даже при отсутствии абонента происходит «снятие трубки» и фиксация состоявшегося разговора). Такие же неприятности возникают и при наличии автоответчика на вызываемом аппарате, но в последнем случае все же возможен обмен некоторой полезной информацией.

Многофункциональные телефонные аппараты

Известный интерес представляет телефонный аппарат — *коммутатор секретаря* (возможное название — директорский коммутатор). Секретарь принимает по этому телефону все звонки внешних абонентов и обрабатывает их в соответствии с указаниями руководителя. Наиболее важные специфические функции этого коммутатора: многоканальность, возможность переадресации на другой номер, организация телефонных конференций, постановка абонента на удержание; наличие электронного телефонного справочника.

Наиболее полно все сервисные возможности реализуются в цифровых телефонных аппаратах, взаимодействующих с цифровыми телефонными станциями.

Рассмотрим в качестве другого примера один из цифровых многофункциональных ТА фирмы Samsung — *цифровую систему связи DCS* (Digital Communication System), обладающую весьма интересными способностями. К системному аппарату могут быть подсоединены: факсимильный аппарат, модем для передачи данных, другие внутрисистемные телефонные и пейджинговые аппараты со своими добавочными номерами. Система выпускается в двух модификациях:

- DCS Compact для малого офиса;
- DCS System для средних и больших офисов.

Обе модели строятся по модульному принципу и могут модифицироваться и наращиваться в широком диапазоне конфигураций.

Перечислим некоторые сервисные возможности системы.

- *Программируемые клавиши.* На кнопочной панели телефонного аппарата есть 12 или 24 клавиши прямого набора с трехцветными светодиодными индикаторами, нажатие каждой из которых может быть запрограммировано на выполнение одной из 25 различных функций, как-то: быстрый набор номера, групповой набор, прослушивание оставленных сообщений и т. д. Светодиодные индикаторы показывают, например, зеленым цветом клавиши с номерами абонентов, которым вы уже позвонили, желтым — по которым вы звонили, но безуспешно, красным — по которым еще не звонили.

- *Интеллектуальный дисплей.* Имеющийся на телефонном аппарате двустрочный жидкокристаллический дисплей предоставляет много полезной информации о входящих и исходящих звонках (в том числе о входящих звонках во время вашего разговора с другим абонентом и исходящих звонках, назначенных на определенное время), и об оставленных голосовых сообщениях.
- *Определитель номера.* Встроенный определитель входящего номера покажет на дисплее номер и фамилию абонента, с телефона которого вам звонят, а также оповестит вас специальным гудком и отображением на дисплее фамилии и номера звонящего абонента во время вашего разговора с другим собеседником. При этом используется встроенная электронная телефонная книга на 250–500 фамилий. Номер звонящего можно записать в память системы одним нажатием кнопки, а после того как освободится линия, по окончании разговора перезвонить по запомненному номеру при помощи одного нажатия кнопки.
- *Голосовой набор.* Для соединения с абонентом достаточно снять трубку телефонного аппарата, нажать специальную кнопку и произнести фамилию того, с кем вы хотите переговорить. Встроенное устройство распознавания речи за кодирует названную фамилию, определит нужный номер телефона, если эта фамилия занесена во встроенную телефонную книгу, и передаст этот номер в систему для выполнения соединения с нужным абонентом.
- *Быстрый набор.* Быстрый набор возможен либо нажатием одной запрограммированной на номер абонента клавиши, либо с использованием телефонной книги путем просмотра ее содержимого на дисплее и выбора нужного номера по фамилии абонента (также при помощи нажатия одной клавиши).
- *Голосовой почтовый ящик.* DCS имеет автоответчик (голосовой почтовый ящик), позволяющий внешним абонентам оставлять довольно длинные сообщения сотрудникам офиса, отсутствовавшим на своем месте во время звонка. Информация об оставленном сообщении передается на соответствующий аппарат; сообщение можно прослушать нажатием пары кнопок.
- *Конференц-связь.* В системе имеется возможность организовывать конференц-связь одновременно с пятью внешними абонентами или внутренними добавочными в любой комбинации. Участники аудиоконференции могут присоединиться к разговору и выключиться из него в любое время без нарушения общего группового соединения.
- *Автосекретарь.* Электронный автосекретарь способен отвечать на любое количество входящих звонков, пока вы говорите по телефону. При этом он умеет обращаться к разным абонентам, распознанным АОН, с разными приветствиями и подсказать им номер телефона для связи с нужным абонентом, минуя базовую систему. Если за определенное время входящий абонент не последует совету и останется на связи, автосекретарь сам переключит абонента на заранее введенный в его память номер.
- *Домофон.* Система может быть интегрирована с домофоном и механизмом открывания замка входной двери с целью открывания замка прямо с клавиатуры телефонного аппарата после выяснения по телефону личности гостя.
- *Сбор статистики.* Система в состоянии формировать полный статистический отчет за определенный период времени о переговорах каждого из сотрудни-

ков офиса: общее количество звонков; число звонков, когда линия была занята; средняя продолжительность звонка; среднее число гудков перед снятием трубки; средняя и максимальная продолжительности ожидания; общая стоимость разговоров.

Система DCS может выполнять функции: будильника, регистрации меняющихся внутренних абонентов (при использовании ее, например, в отеле), расчета и учета стоимости междугородных и международных переговоров внутренних абонентов, может блокировать переговоры между заданными внутренними номерами и т. д. По сути, эта система выполняет большинство функций, характерных для офисных АТС.

Телефоны с радиотрубкой

Телефоны с радиотрубкой, или просто *радиотелефоны*, — это телефонные аппараты, имеющие обычную проводную связь с телефонной АТС, в которых шнур к телефонной трубке заменен на радиолинию. Для реализации такой возможности и в телефонном аппарате, и в телефонной трубке имеются маломощные приемо-передающие радиоустройства.

Используются подобные телефоны в офисах, производственных помещениях, в квартирах, на дачных участках. Дальность их действия составляет от 100 м до нескольких километров, в зависимости от модели радиотелефона и условий их эксплуатации. Внутри помещений, особенно при наличии металлических перегородок (в гаражах, например), и вне помещений при наличии объемных радиозащитных конструкций, железобетонных зданий и сооружений дальность действия телефонов может существенно снижаться.

Большинство радиотелефонов допускают возможность приема звонков и при отсутствующей радиотрубке (через громкоговорители, например) и разговоры между абонентом с радиотрубкой и человеком, находящимся у телефонного аппарата.

Радиотелефоны выпускаются многими фирмами, на отечественном рынке более других представлены модели Panasonic: KX-T9080, KX-T9280, KX-T7980, обеспечивающие дальность связи до 2 км; KX-T9350 с возможностью подключения до четырех радиотрубок; модели фирмы Samsung: — SP-R915, SP-R918, SP-R919; модели фирмы Sanyo: CLT-55, CLT-75 с дальностью связи до 5 км («дальнобойные»), а также модели фирм Sharp, Siemens и т. д.

Например, радиотелефон Panasonic KX-T9550 работает в диапазоне частот 900 МГц, имеет автоответчик и обеспечивает:

- двухстороннюю внутреннюю голосовую связь между базовым блоком и радиотрубкой;
- автоматическую смену кода доступа в трубке при каждом ее подключении к базовому блоку;
- сигнализацию при выходе из зоны уверенной связи с базовым блоком;
- набор номера в импульсном и тональном режимах;
- память на 10 выделенных номеров и память последнего набранного номера для вызова абонентов нажатием одной кнопки (без набора номера);

- дистанционное управление автоответчиком с радиотрубки или с телефонов с тональным набором номера.

Автоответчик этого радиотелефона позволяет записать до 64 сообщений, общее время записи — 15 минут.

Многие радиотелефоны (например, Panasonic KX-TC1019RUB) имеют дисплей на несколько строчек текста для отображения электронного телефонного справочника (несколько десятков номеров) и набираемых номеров телефонов.

Телефонные радиоудлинители

Радиоудлинители используются в фирмах для связи с удаленными мобильными сотрудниками; у них много общего с радиотрубками, но радиоудлинители имеют большую мощность (от 100 мВт до 10 Вт) и обеспечивают большую дальность связи (от 200 м до 30 км, а некоторые даже и больше). Система радиоудлинителя — одноканальная радиосистема, состоящая из базового блока и телефонной трубки с номеронабирателем и телескопической антенной. Базовый блок может представлять собой телефонный аппарат или мини-АТС, подключенные в АТС общего пользования. И базовый блок, и телефонная трубка включают в свой состав приемно-передающие радиостанции, работающие, как правило, в дуплексном режиме (разговор ведется без непосредственного нажатия кнопок «говорю-слушаю»). Абонент с радиотрубкой может, соединяясь с базовым блоком по радиоканалу, пользоваться телефоном, находясь на большом расстоянии от него.

Следует иметь в виду, что при организации радиоудлинителей, так же как и при организации других видов радиотелефонных систем, необходимо получить разрешение на использование радиочастот в местном отделении Государственного комитета по радиочастотам и зарегистрировать его в органах Госсвязьнадзора. В полученном сертификате должны быть оговорены мощность и диапазон рабочих частот радиооборудования.

Офисные АТС

Обеспечение каждого работника фирмы городским телефоном — дело крайне неразумное и дорогостоящее. Сотрудникам, сидящим в одном здании, вряд ли целесообразно, особенно при грядущей повременной оплате телефонных разговоров, вести долгие деловые разговоры друг с другом по городскому телефону. Гораздо более разумным способом всеобщей телефонизации фирмы является оборудование ее внутриучрежденческой АТС (микро-, мини-, офисной АТС). Внутриучрежденческие телефонные системы используют собственные телефонные станции или коммутаторы и подразделяются на:

- учрежденческие АТС, которые обеспечивают внутреннюю связь всех подразделений фирмы без обращения к внешней городской телефонной сети;
- диспетчерскую телефонную связь, которая является важнейшим видом оперативной производственной связи между подразделениями предприятия, непосредственно связанными с ходом производственного процесса;

- технологическую телефонную связь, объединяющую персонал, управляющий локальным технологическим процессом производства;
- директорскую телефонную связь, которая обеспечивает служебную связь руководителей со своими подчиненными.

Внутриучрежденческие АТС, или иначе — офисные АТС, используются в фирмах для организации некоторого количества дополнительных внутренних телефонов: все внешние вызовы принимаются АТС и переводятся на внутренние телефоны либо непосредственно, либо с добавочными номерами. Выход абонента на внешнюю линию обеспечивается, как правило, путем прямого набора. То есть к офисной АТС подключаются абонентские линии (линия) городской АТС и телефоны внутренних абонентов, причем соотношение их количества может колебаться от 1:2 до 1:10 в зависимости от интенсивности городских разговоров сотрудников, финансовых возможностей организации и количества городских абонентских линий (чем больше последних, тем меньше может быть это соотношение).

Офисные АТС весьма разнообразны: на рынке средств связи сейчас предлагается весьма широкий их спектр — от простейших, которые устанавливаются в квартире или коттедже (микроАТС), до крупных станций, предназначенных для гостиниц и бизнес-центров (мини- и мидиАТС).

Основными достоинствами современных офисных АТС являются их автоматическая работа и практически бесплатное пользование внутренней телефонной связью.

Кроме своих основных функций — коммутации абонентов и обеспечения ранее названных сервисных возможностей телефонных аппаратов, — они обладают и собственными сервисными функциями. Это:

- возможность организации телефонных конференций (одновременное подключение многих абонентов друг к другу);
- постановка абонента на ожидание при занятом канале;
- выдача информации об абоненте, занимающем линию;
- автоматическое периодическое напоминание об ожидающем абоненте;
- автоматическая переадресация на другой номер и «ночной режим» — переадресация всех вызовов на дежурный телефон;
- составление списка вызовов абонентов с номерами их телефонов и текущим временем;
- режим «не беспокоить»;
- организация голосового почтового ящика для сбора и хранения всех сообщений, поступающих абонентам;
- наличие выхода на радиотелефоны и на пейджинговую связь;
- возможность запрета выхода на внешнюю линию для ряда телефонов;
- возможность дистанционного прослушивания помещений;
- возможность программирования АТС с телефонного аппарата внутреннего абонента;
- заказ времени для звонка-будильника;

- включение громкоговорящей связи с целью оперативного оповещения;
- подключение автоответчика, факса или телетайпа;
- управление телефонными вызовами через компьютер.

Очень важным обстоятельством является возможность подключения к офисной АТС дополнительных устройств, в частности, компьютера, домофона, охранной сигнализации.

На рис. 16.2 показан возможный комплекс аппаратуры, обслуживаемой офисной АТС.

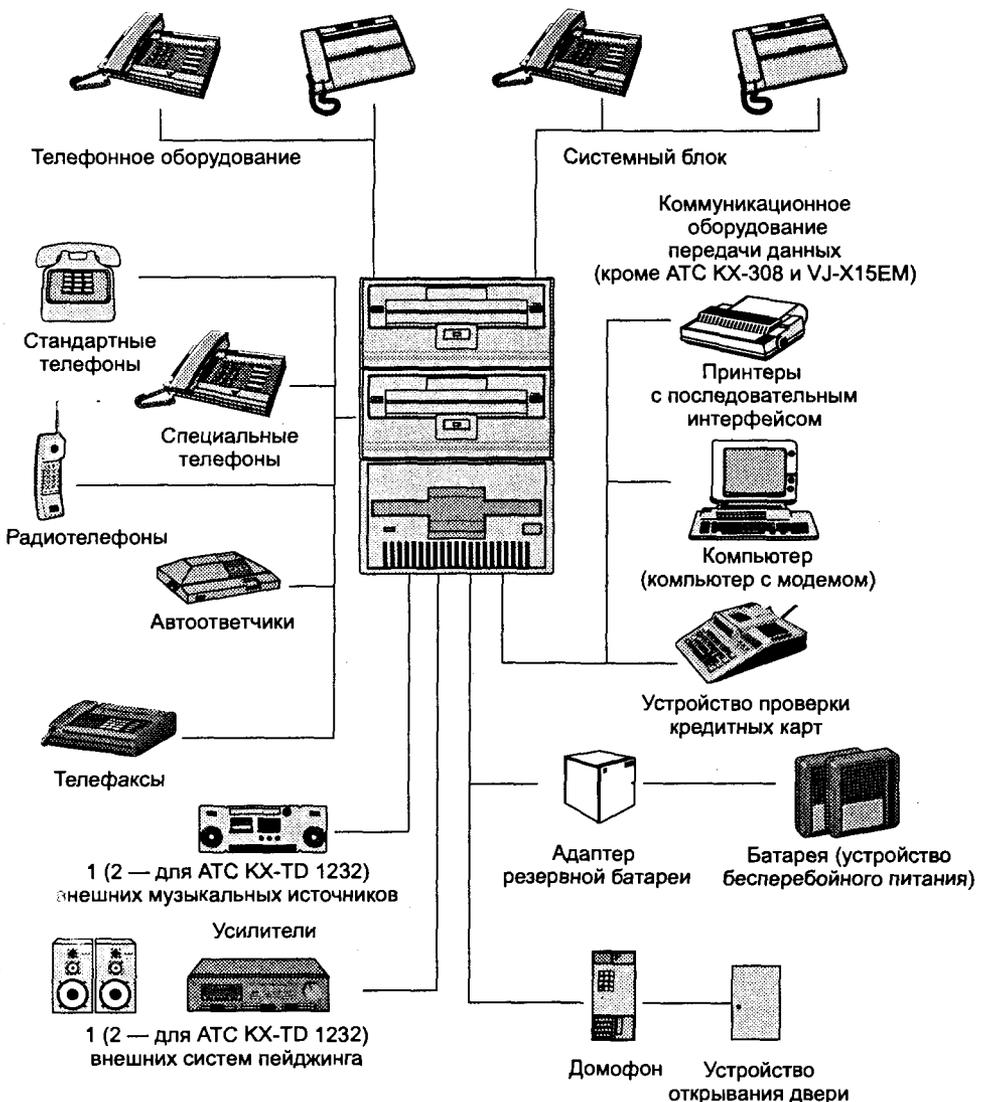


Рис. 16.2. Комплекс аппаратуры, обслуживаемой офисной АТС

При подключении компьютера можно организовать учет и регистрацию всех телефонных переговоров, автоматически учитывать время и тариф на каждый телефонный разговор (для последующей автоматической выписки счетов, например, в гостиницах), а также получить любую информацию о состоянии АТС.

При подключении домофона вы можете переговорить с посетителем и, если надо, нажатием пары кнопок на телефонном аппарате открыть дверь.

Замыкание на офисную АТС системы охраны помещений от несанкционированного доступа и пожара позволит защитить ваше имущество. При подключении данной системы АТС постоянно опрашивает состояние дежурных датчиков и, в случае срабатывания любого из них, подает сигнал тревоги в помещении, а также начинает автоматически обзванивать заранее запрограммированных внутренних и/или внешних абонентов.

Разновидности офисных АТС

Все офисные АТС можно классифицировать:

- по их емкости и конфигурации — количеству портов подключения внешних и внутренних абонентских линий;
- по виду коммутируемого сигнала;
- по типу абонентских линий (чаще всего АТС используют аналоговые линии, но появились АТС, работающие с цифровыми абонентскими линиями);
- по охватываемой территории (радиус действия АТС может составлять от нескольких сотен метров до 5 и более километров);
- по возможности расширения (станции с модульной конструкцией обеспечивают возможность перспективного расширения — наращивания их емкости).

Конфигурация АТС определяется отношением количества ее внешних абонентских линий к количеству внутренних абонентских линий. Например, АТС, имеющая 6 портов для подключения внешних линий и 32 порта для подключения внутренних, имеет конфигурацию 6 × 32. Конфигурация АТС во многом определяет сферу ее использования (см. табл. 16.1).

Таблица 16.1. Сферы использования АТС

Конфигурация	Сфера использования
1 × 4, 1 × 6	Квартиры и коттеджи
2 × 6, 3 × 8, 4 × 8	Небольшие офисы и магазины
6 × 32, 8 × 24	Средние офисы, небольшие фирмы, рекламные агентства
12 × 32, 16 × 48	Фирмы, крупные офисы
24 × 64, 20 × 210	Корпорации, небольшие гостиницы, универмаги
200 × 1000 и выше	Крупные корпорации и гостиницы, бизнес-центры

По виду коммутируемого сигнала АТС подразделяются на аналоговые, цифровые, гибридные.

В *аналоговых АТС* звуковые сообщения представляются в виде непрерывных или импульсных сигналов с изменяющейся амплитудой. Аналоговые офисные АТС сравнительно дешевы и сейчас являются самыми распространенными для малых и средних офисов и фирм с числом внутренних абонентов до 100–150.

В *цифровых АТС* звуковые сообщения методом импульсно-кодовой модуляции преобразуются в последовательность двоичных кодов. Обработка двоичных кодов, а не сигналов переменной амплитуды, задача более простая и гибкая, что и обуславливает значительное расширение функциональных возможностей цифровых АТС. После обработки и коммутации цифровые сигналы преобразуются обратно в аналоговые и подаются во внутреннюю абонентскую линию. Цифровые АТС существенно дороже аналоговых, но имеют хорошие перспективы при создании корпоративных цифровых сетей интегрированного обслуживания (ISDN), — интенсивно развивающихся систем, в которых АТС являются звеном единой сети передачи данных и аудио-, видеоинформации. Цифровые АТС могут быть рекомендованы в качестве офисных и учрежденческих при абонентской емкости более 100–150 портов.

В *гибридных АТС* звуковой сигнал обрабатывается так же, как и в аналоговых, но предусмотрены дополнительные возможности для обработки и передачи цифровой информации.

Многие современные офисные АТС благодаря блочно-модульной конструкции позволяют расширять свою конфигурацию в зависимости от требований заказчика — в случае необходимости можно докупить дополнительный модуль и подключить его со станции. Варианты расширения в разных АТС разные и зависят от конструкции станции. В одном случае можно с помощью одного модуля увеличить число городских линий на 4, в другом — сразу на 8 и т. п. Обычно стоимость расширяемой станции в минимальной ее конфигурации больше стоимости нерасширяемой АТС, но по мере наращивания конфигурации эти цифры сближаются.

К офисной АТС подключаются два типа телефонных аппаратов:

- обычные двухпроводные;
- системные четырехпроводные.

Двухпроводные аппараты являются самыми простыми и дешевыми, но не все офисные АТС могут с ними работать. Это ограничение связано с видом коммутируемого АТС сигнала и способом представления вызываемого номера (импульсный или тоновый набор). Но даже если использование обычных телефонов в АТС допустимо, они имеют, особенно при работе с цифровой АТС, существенные ограничения по уровню и объему различных сервисных функций.

Системные телефонные аппараты создаются специально для работы с офисной АТС, они на порядок дороже обычных аппаратов, но обеспечивают выполнение всех предусмотренных в станции сервисных функций. Системные ТА могут работать как с аналоговым, так и с цифровым сигналами, причем в первом случае для подключения аппарата к АТС требуется четырехпроводная линия (по одной паре проводов передается разговор, по другой — системные команды), во втором случае — двухпроводная. Следует иметь в виду, что системные аппараты, как правило, работают только с теми АТС, для которых они разрабатывались.

В частности, системные ТА имеют такие полезные конструктивные и функциональные особенности:

- буквенно-цифровой дисплей с экранным меню и возможностью вывода информации о вызывающем внутреннем абоненте, о состоянии (занятости) внешних и внутренних абонентских линий и т. д.;
- запоминающее устройство — электронная записная книжка для хранения имен и адресов абонентов, их номеров телефонов, напоминаний о делах, дат и т. д.;
- программируемая клавиатура с жестко закрепленными функциями определенных клавиш;
- возможность передачи текстовых сообщений и приема их на дисплей;
- выполнение всех функций системы «директор-секретарь»;
- возможность организации внутренней и внешней конференц-связи и другие.

При выборе офисной АТС следует в первую очередь определиться с необходимой емкостью телефонной сети, то есть с числом внешних городских линий, которые будут к ней подсоединены, и числом внутренних линий, а также с территорией вашей фирмы, охватываемой телефонной сетью. Следует оценить перспективы развития фирмы как с точки зрения роста количества абонентов, так и с учетом увеличения требуемых в будущем функций (здесь при ограниченной финансовой базе выход можно найти в приобретении модульной АТС).

Обязательно нужно выяснить наличие сертификата Минсвязи на подключение АТС к отечественным телефонным линиям (это важно и при выборе телефонного аппарата).

Остановимся несколько подробнее на некоторых конкретных применениях офисных АТС.

Офисная АТС дома

В домашних условиях обычно используются простейшие станции, имеющие конфигурацию 1 × 4 или 1 × 6. Следует иметь в виду, что даже простейшая конфигурация — одна входная линия и четыре внутренних — позволяет развести по разным номерам телефон, факс, автоответчик и модем ПК. Расположив же телефоны по всему дому и в гараже, вы обеспечите себе свободу перемещения, и в любой момент телефон у вас будет под рукой. Включив режим прослушивания детской комнаты, вы всегда будете в курсе, что там происходит (для этого достаточно снять трубку аппарата в детской и набрать специальный код, а затем можно позвонить на этот телефон с любого другого телефона, и услышать, что происходит в помещении). О возможности подключения к АТС домофона и охранной сигнализации уже говорилось выше, но о полезности этого нелишне напомнить еще раз.

Вариант использования АТС в офисе

Обычная иерархия управления в офисе: начальник — секретарь — сотрудники. Центральную роль играет обычно секретарь, на телефон которого поступают все внешние звонки. Секретарь, узнав причину звонка, либо отвечает сам, либо пере-

адресовывает звонок нужному абоненту. Толковый секретарь сам ответит на большую часть звонков или четко переадресует звонок по назначению, освободив и директора, и многих сотрудников от лишних переговоров. Даже если вам хотят передать факс, нажатием пары кнопок секретарь переключит линию на факс-аппарат, и факсимильное сообщение будет принято. А внутренний абонент может связаться с секретарем обычно без набора номера, просто нажав одну кнопку.

DECT-телефония

В последние годы солидные организации и деловые центры устанавливают у себя беспроводные АТС или **DECT-концентраторы**, подключаемые к обычной проводной АТС (название этих концентраторов произошло от стандарта для систем беспроводной связи, Digital European Cordless Telecommunication — DECT). К DECT-концентратору четырехпроводными линиями подключают устройства беспроводного доступа, и через них происходит радиосоединение с портативными абонентскими радиотрубками.

Стандарт DECT, одобренный Европейским институтом стандартов связи в 1992 году, предназначался первоначально для построения *микросотовых систем* в местах с высокой плотностью абонентов и интенсивным трафиком. Сейчас он широко используется и в домашних и в офисных условиях, придя на смену стандарту СТ-2 (доля индивидуальных DECT-телефонов уже превысила 90% используемых терминалов этого стандарта).

Стандарт в микросотовом варианте обеспечивает эффективное задействование спектра радиочастот, высокую конфиденциальность переговоров и защиту информации. Благодаря использованию частотного и временного разделения трафика любому абоненту доступны 120 дуплексных каналов. Базовые станции систем стандарта DECT могут находиться достаточно близко (например, на расстоянии 25 м) и их емкость ограничена лишь уровнем помех от соседних сот.

Для DECT выделен участок спектра 1880–1900 МГц. Имеются несколько профилей доступа к системе:

- GAP (Generic Access Profile) — базовый профиль доступа, используемый любой стационарной и мобильной телефонией;
- GIP (DECT/GSM Interworking Profile) — профиль взаимодействия сетей DECT и GSM;
- IIP (ISDN Interworking Profile) — профиль взаимодействия сетей DECT и ISDN;
- RAP (Radio local loop Access Profile) — профиль сетей абонентского радиодоступа;
- CAP (Cordless terminal mobility Access Profile) — профиль внутрисистемного и межсистемного роуминга (мобильности бесшнуровых терминалов);
- DSP (Data Service Profile) — профиль служб передачи данных (в том числе и по протоколам Интернета). Действительно, при широкой полосе пропускания есть возможность объединения нескольких каналов для передачи трафика и обеспечиваются услуги передачи данных со скоростью до 522 Кбит/с.

В качестве примера офисной радиотелефонной системы стандарта DECT назовем аппаратуру NSM 8210, которая может использоваться как самостоятельно в качестве офисной АТС с конфигурацией 2×10 , так и совместно с проводной АТС в качестве DECT-концентратора. Радиотелефонная DECT-система Siemens Gigaset 1030C имеет конфигурацию 1×6 и много различных сервисных возможностей, в частности дисплей 2×24 символа на базовом блоке и дисплеи 1×16 символов на абонентских радиотрубках, телефонный справочник на 200 номеров и имен, возможность проведения конференц-связи, индикацию длительности и стоимости разговора и т. д.

Выпускаются и индивидуальные телефоны этого стандарта: Siemens Gigaset 3000 Classic и 3015 Classic, LG GT-7101, Goodwin Lund, двухстандартные DECT/GSM телефоны Ericsson TH-337 и TH-688, а также другие. Индивидуальные телефонные трубки без базы похожи на обычные сотовые телефоны, имеют дисплеи и много сервисных услуг.

Одним из первых офисных радиотелефонных комплексов является радиотелефонная система **Wanderer**, состоящая из базового блока управления и ретрансляторов с максимальным удалением каждого от базового блока 1 км. Таким образом, обеспечивается охват терминалов — телефонных радиотрубок, — удаленных на расстояние до 2 км. Количество ретрансляторов (радиозон) — до 32; количество радиотелефонов в зоне — до 36; количество радиоканалов — 40; имеет выход на телефонную сеть общего пользования по 36 каналам.

Структурная схема радиотелефонного комплекса показана на рис. 16.3.

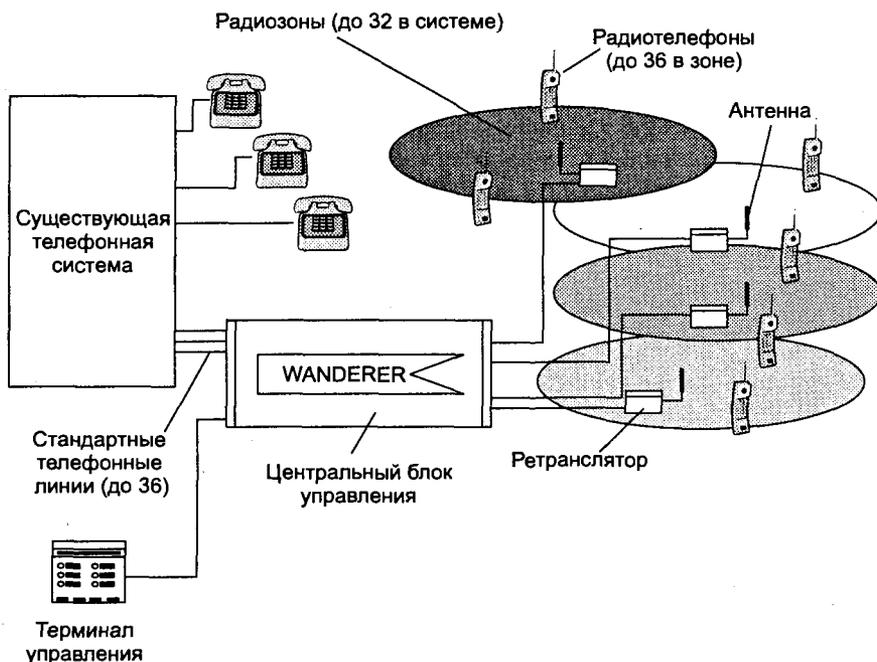


Рис. 16.3. Радиотелефонный комплекс

Вопросы для самопроверки

1. Поясните иерархическую структуру телефонной сети.
2. Назовите сервисные возможности многофункциональных телефонных аппаратов.
3. Что такое телефоны с радиотрубкой и радиоудлинители?
4. Перечислите сервисные возможности офисных АТС.
5. Что такое DECT-телефония?

Глава 17 Радиотелефонная СВЯЗЬ

Сегодня деловые люди не представляют своей жизни без радиотелефона. Кому не знакома такая ситуация: после проведения переговоров с партнерами по бизнесу или с заказчиками возникает необходимость оперативного информирования своего руководства о результатах переговоров. Звонить из чужого офиса неудобно, исправного таксофона в ближайшей округе нет, а не-информирование — смерти подобно; время уходит, и с ним уходит возможность успеть что-то предпринять. Потери от неполученной вовремя информации могут многократно превысить затраты на приобретение радиотелефона. И это только один из многочисленных примеров такого рода.

Поэтому многие деловые люди ставят приобретение радиотелефона на одно из первых мест в смете расходов своей фирмы.

Беспроводные системы телефонной связи обычно называются **системами радиотелефонной связи**, а за рубежом — системами беспроводного абонентского доступа (Wireless Local Loop — WLL). В последние годы системы радиотелефонной связи получили большое развитие. Они чаще всего используются в качестве региональных телефонных систем для связи с *мобильными* (mobile — подвижный) *абонентами*, а также для связи со стационарными объектами в тех случаях, когда отсутствуют проводные телефонные линии (например, в новостройках, в сельской местности и т. д.).

Создание систем радиотелефонной связи не требует прокладки дорогостоящих телекоммуникаций, проведения сложных инженерных работ, связь может быть организована в считанные дни независимо от рельефа местности и погодных условий.

Технология радиотелефонной связи позволяет обеспечить потребности крупных городов, быстрорастущих пригородов и дачных поселков, малых городов и редконаселенной сельской местности без развитой системы телекоммуникаций.

Она также может обеспечить надежную и оперативную связь ответственного работника, бизнесмена, коммерсанта, специалиста со своими сотрудниками и партнерами, где бы он ни находился: в другой организации, на совещании или симпозиуме, на даче, в лесу или на пляже.

Радиотелефонная связь может являться конкурентоспособной альтернативой для постоянного использования вместо проводной телефонии, поскольку последняя представляет собой довольно сложное хозяйство, требующее значительных капитальных вложений и трудоемкого текущего обслуживания, да подчас и не обеспечивает нужной оперативности соединения.

По сравнению с обычной проводной телефонной системой, беспроводная обладает существенными достоинствами:

- возможность создания в любых условиях, независимо от природных условий и наличия инфраструктуры телекоммуникаций;
- обеспечение надежной и оперативной связи с мобильными пользователями;
- меньшая трудоемкость работ по организации системы и на порядок более быстрые темпы ввода в эксплуатацию;
- меньшие в 2–3 раза капитальные затраты на ее создание;
- меньший срок окупаемости системы;
- более широкий сервис, в частности, по управлению системой и по защите информации.

Среди радиотелефонных систем можно выделить такие их разновидности:

- системы сотовой радиотелефонной связи;
- системы транкинговой радиотелефонной связи;
- телефоны с радиотрубкой (были рассмотрены в главе 16);
- радиотелефонные удлинители (были рассмотрены в главе 16);
- системы персональной спутниковой радиосвязи.

В настоящее время в мире существует около полусотни различных стандартов, определяющих протоколы функционирования радиотелефонных систем; наиболее распространенные стандарты радиотелефонных систем мобильной связи представлены в табл. 17.1.

Таблица 17.1. Некоторые стандарты радиотелефонной связи

Стандарт	Распространение	Ширина полосы канала, кГц	Скорость передачи данных, Кбод	Вид сетей
AMPS	Россия, США	30	0,2–2,4	Аналоговые сотовые
NMT	Россия, Европа	20	0,46–1,2	Аналоговые сотовые
GSM	Россия, Европа, США	200	0,2–9,6	Цифровые сотовые
TDMA	Россия, Европа, Азия, США	30	48,6	Аналоговые и цифровые радиосети, спутниковые системы
CDMA	Азия, США	1230	1230	Цифровые сотовые, спутниковые системы

Стандарт	Распространение	Ширина полосы канала, кГц	Скорость передачи данных, Кбод	Вид сетей
DECT	Европа	1728	1152	Цифровые радиотелефоны
TETRA	Европа	25	36	Транкинговые системы
CT-2	Европа	100	72	Радиотелефоны

Системы сотовой радиотелефонной связи

В 1991 году появились первые рекламные объявления по предоставлению услуг сети сотовой радиотелефонной связи. Предлагалось за \$2000 приобрести небольшой чемоданчик (абонентский радиотелефон) весом в пять килограммов, и столько же уплатить за подключение к сети. Сейчас трудно поверить, что это предложение находило спрос, так как современные абонентские радиотелефоны свободно помещаются в кармане, весят 80–200 г, максимальная стоимость — нескольких сот долларов, подключение к сети часто вообще бесплатно. При этом не следует забывать, что сравнительно недавно перспективы развития сотовой связи в России были весьма призрачны и могли рассматриваться лишь в теории. Но практика опровергла все сомнения скептиков — за прошедшие годы сотовая радиотелефонная связь победными шагами прошла по всей стране от западных ее границ до побережья Тихого океана, и количество абонентов сетей этой связи в 2003 году превысило 10 миллионов.

Сотовая система радиотелефонной связи обслуживает территорию, разделенную на много небольших зон — сот (cell — ячейка, **сота**), каждая из которых обслуживается своим комплектом радиооборудования. Эти зоны на плане города формируют структуру, похожую на пчелиные соты, откуда и пошло название этого вида радиотелефонной связи.

Граница соты определяется зоной устойчивой радиосвязи и зависит от мощности приемо-передающего радиоустройства, топологии местности и частотного диапазона системы. Чем выше полоса частот работы системы, тем меньше радиус соты, но тем лучше проникающая способность сигнала через стены и другие препятствия и, что также важно, миниатюрность радиоаппаратуры и возможность организации большого количества абонентских радиоканалов. Современные сотовые системы работают на частотах 450, 800, 900 и 1800 МГц.

Комплект радиооборудования соты включает в себя *ретранслятор* (приемо-передающее радиоустройство), *базовую станцию*, *радиоантенну* и *портативные радиотелефоны абонентов*, обслуживаемые этой сотой. Количество последних в соте не является постоянной величиной, так как абоненты мобильные и при передвижениях перемещаются из соты в соту. При этом при пересечении границы между сотами радиотелефонный аппарат автоматически переходит на обслуживание в другой соте (подключается к ближайшему ретранслятору).

Для разговора с интересующим его собеседником абонент сотовой связи просто набирает на клавиатуре своего радиотелефона соответствующий телефонный номер и через посредство базовой станции соединяется с ним.

Стандарты и операторы сотовой связи

Прошло немногим более двух десятилетий с момента появления первых сотовых телефонов, а сотовая связь уже имеет стандарты поколений «два» и «два с половиной» и вплотную приблизилась к стандартам третьего поколения.

Первое поколение (**1G**) — стандарты аналоговой радиотелефонной связи **FDMA** — Frequency Division Multiple Access (множественный доступ с частотным разделением — каждому низкоскоростному каналу выделяется своя полоса частот в широкополосном канале) предназначались исключительно для телефонной связи и лишь впоследствии обзавелись некоторыми базовыми сервисами. К первому поколению относятся распространенные сейчас стандарты сотовой связи **NMT**, **AMPS**, **NAMPS**.

Второе поколение (**2G**) — стандарты цифровой радиотелефонной связи **TDMA** — Time Division Multiple Access (множественный доступ с временным разделением — каждому низкоскоростному каналу выделяется определенная доля времени (тайм-слот или квант) высокоскоростного канала), к которым относятся широко распространенные сейчас протоколы **GSM** и **DAMPS**. Системы второго поколения предоставляют улучшенное качество передачи сигнала и защиту информации от несанкционированного доступа, дополнительные сервисы, низкоскоростную передачу данных. Для них впервые были предложены автоматические службы:

- *роуминг* (roaming — блуждание) — обеспечивает автоматическую перерегистрацию абонента при переходе из одной зоны сотовой базовой станции в другую);
- *роутинг* (routing — маршрутизация) — обеспечивает автоматическую передерасацию поступившего вызова к абоненту, переместившемуся в другую зону.

Роуминг означает для абонента возможность передвигаться от сети одного оператора к сети другого оператора со своим радиотелефоном, имея возможность так же удобно вести все разговоры, как если бы он находился в своей собственной «домашней» зоне обслуживания. При роуминге входящие звонки перенаправляются из «домашней» в «гостевую» сеть или наоборот. При этом возникает необходимость в обмене информацией и в финансовых расчетах между этими сетями. Поэтому перед открытием роуминга между двумя операторами заключается *роуминговое соглашение* — договор, регламентирующий порядок взаиморасчетов, а также тарифы на услуги. Без наличия такого соглашения роуминг работать в сети не будет.

Правила набора номера абонента могут отличаться в различных сетях, однако полный формат набора номера будет работать всегда:

[+] [Код страны] [Код города] [Номер абонента].

В конце 80-х годов стали разрабатываться стандарты сотовой связи третьего поколения. Разработки велись как на региональном уровне (американские —

U.S. Joint Technical Committee, японские — ARIB и т. д.), так и на глобальном — ITU (International Telecommunications Union). Организованная в 1985 году инициативная группа Международного союза телекоммуникаций (ITU) в 1996 году была переименована в **IMT-2000** (IMT — International Mobile Telecommunication). Число «2000» как бы отображает, с одной стороны, технологию нового тысячелетия, с другой стороны — новый частотный диапазон, предназначенный для этой технологии — 2 ГГц. В рамках разработки стандарта 3G в основном рассматривались два варианта развития: постепенный переход от ныне действующих систем и «скачкообразный» переход к новым стандартам. Большинство склонилось к необходимости постепенной интеграции, что и нашло свое отражение в спецификации IMT-2000.

Технологии третьего поколения должны обеспечить высококачественную передачу речи, изображений (скорость предположительно будет достигать 2 Мбит/с вместо 9,6 Кбит/с, доступных сегодня), доступ в Интернет, а также обмен данными между мобильным телефоном и компьютером. Имеется несколько проектов реализации этого стандарта. Согласно одному из них, для 3G-технологии будут приняты несколько стандартов, и первые 3G-терминалы будут использовать только один. Из уже частично используемых следует назвать **W-CDMA** (Wideband Code Division Multiple Access), предложенный шведской компанией Ericsson и выбранный европейскими странами для перехода от GSM к 3G-технологии. Основным конкурентом W-CDMA станет **CDMA 2000**, сменившая технологию CDMA-One компании QUALCOMM, которая используется японскими и китайскими компаниями.

Сейчас уже активно развивается и имеет блестящие перспективы поколение стандарта два с половиной (2,5G) — цифровой радиотелефонной связи **CDMA** — Code Division Multiple Access (множественный доступ с кодовым разделением, — каждому низкоскоростному каналу выделяется свой виртуальный подканал, модулируемый своей псевдослучайной последовательностью кодов). Стандарт CDMA применяется в странах Северной и Южной Америк и юго-восточной Азии; у нас он еще только начинает внедряться, и сейчас (2003 г.) используются стандарты IS-95 (800 МГц) и CDMA PCS (1900 МГц).

В соответствии со спецификацией IMT 2000, технологии 3G разрабатывает также Европейский институт телекоммуникационных стандартов (ETSI, European Telecommunications Standards Institute) телекоммуникаций; в частности, он предлагает свой набор протоколов для этих технологий — **UMTS** (Universal Mobile Telecommunications System). Для UMTS-систем выделены следующие частотные диапазоны: 1885–2025 МГц, и 2110–2200 МГц; для спутниковой части 3G отведены диапазоны 1980–2010 МГц и 2170–2200 МГц соответственно.

До перехода к UMTS предполагается освоить:

- технологию **HSCSD** — High-Speed Circuit Switched Data, обеспечивающую более высокие скорости обмена данными;
- технологию **GPRS** (General Packet Radio Service, сервис пакетной передачи данных по радиоканалу), уже работающую и часто называемую GSM-IP

(GSM Internet Protocol); эта технология обеспечивает абоненту GSM прямой доступ к интернет-провайдеру со скоростью до 115 Кбит/с и предлагает иную схему оплаты услуги передачи данных — при использовании GPRS расчеты будут производиться пропорционально объему переданной информации, а не времени, проведенному в сети;

- технологию **EDGE** — Enhanced Data GSM Environment, поддерживающую скорости до 384 Кбит/с по восьми GSM-каналам (48 Кбит/с на канал).

Каждый стандарт обслуживается своими компаниями, называемыми обычно операторами сотовой связи.

Стандарты NMT, AMPS/DAMPS и GSM

Наибольшее распространение в России получили три стандарта сотовой радиотелефонной связи.

- **NMT** — Nordic Mobile Telephone system (аналоговые мобильные системы скандинавских стран), хорошо зарекомендовавший себя в скандинавских странах и принятый в России в качестве федерального. Аналоговый стандарт NMT-450 использует диапазон частот 453–468 МГц и обеспечивает значительно большую, по сравнению с другими стандартами, площадь обслуживания одной базовой станцией. Но система имеет слабую помехоустойчивость, поскольку в этом частотном диапазоне высок уровень различного рода помех. Этот стандарт также слабо защищен от прослушивания, поскольку его полоса частот типична для радиоприемника ультракоротких волн соответствующего диапазона.
- **AMPS** — Advanced Mobile Phone System (усовершенствованная система мобильной телефонной связи), предложенный в США. Аналоговый стандарт AMPS с рабочим диапазоном частот 825–890 МГц характеризуется более высокой, чем у NMT-450, емкостью сетей и более надежной связью в помещениях, лучшей помехозащищенностью. Однако меньшая зона устойчивой связи базовой станции вынуждает операторов располагать станции ближе друг к другу. Учитывая данные недостатки, был разработан цифровой улучшенный стандарт **DAMPS**. Стандарт DAMPS (Digital Advanced Mobile Phone Service) с рабочим диапазоном частот 825–890 МГц обладает емкостью сетей значительно большей, чем у NMT-450 и AMPS. Он предоставляет возможность эксплуатации мобильных аппаратов как в цифровом, так и в аналоговом режимах, широкий спектр технических услуг. Стандарт AMPS первоначально был рекомендован для организации региональных сотовых систем, но в настоящее время используется и в межрегиональных системах, в частности, во многих городах России с широким роумингом и роутингом.
- **GSM** — Global System for Mobile communication (глобальная система мобильной связи), работающий в частотном диапазоне 900 и 1800 МГц и получивший очень большое распространение в Европе и в нашей стране. Стандарт GSM — это стандарт цифровой телефонии, обеспечивающий хорошее качество связи и самый широкий международный роуминг и роутинг.

На 1 января 2001 года сети сотовой телефонии охватывали 74 субъекта Российской Федерации, предоставляя услуги 3 550 000 абонентам (за 2000 год количество абонентов увеличилось почти в 3 раза)¹, из них:

- 2 500 000 или примерно 70% являлись абонентами сетей стандарта GSM,
- 700 000 или примерно 20% — стандарта AMPS/DAMPS (цифровым стандартом DAMPS пользуется в четыре раза больше абонентов, чем аналоговым стандартом AMPS),
- 350 000 или примерно 10% — стандарта NMT.

Стандарты GSM и NMT считаются федеральными, а AMPS/DAMPS — региональными. В Санкт-Петербурге в настоящее время активно работают три оператора, использующие различные стандарты сотовой связи (в декабре 2001 года к ним в стандарте GSM присоединился крупнейший российский оператор МТС — «Мобильные ТелеСистемы»).

1. «Дельта Телеком» (Delta Telecom) — первая в России сотовая компания, созданная в 1991 году. Она использует стандарт NMT-450 (450 МГц). Эта компания на начало 2000 года охватила своим присутствием Санкт-Петербург и Ленинградскую область, включая Выборг, Приозерск, Подпорожье, Бокситогорск, Волхов, Кириши, Любань, Лугу, Сланцы, Ивангород и многие другие города и поселки; кроме того, абоненты Delta Telecom могут пользоваться своим телефоном в Псковской и Новгородской областях, в Карелии, в частности, в Петрозаводске. «Дельта Телеком» имеет роуминг с 400 городами России и с 12 европейскими странами. Каждая базовая станция обслуживает район радиусом приблизительно 15 км в черте города и до 50 км в его окрестностях (такой охват обусловлен сравнительно низкочастотным диапазоном работы — 450 МГц).
2. Компания FORA Communications («Санкт-Петербург Телеком») строит сеть на основе американского стандарта NAMPS-800 (800 МГц, модифицированный AMPS). Она охватывает территорию города и частично области (Выборг, Первомайское, Зеленогорск, Новую Ладугу, Волхов, Всеволожск, Ломоносов, Гатчину и т. д.). Внутрироссийский роуминг у FORA Communications самый широкий: с Москвой, Нижним Новгородом, Липецком, Ростовом-на-Дону, Волгоградом, Астраханью, Казанью, Тюменью, Челябинском, Омском, Новосибирском, Иркутском, Хабаровском, Владивостоком и другими городами России. Компания пока не имеет широкого международного роуминга (исключение — некоторые города СНГ).
3. Компания Мегафон («Северо-Западный GSM») использует европейский стандарт GSM (900 и 1800 МГц). Это самая развитая сегодня компания в Санкт-Петербурге, обслуживает город и прилегающую к нему территорию до Выборга,

¹ В Москве доля населения, пользующегося сотовой связью, в 2001 году составила 25%, в Санкт-Петербурге — 15%, в то время как в развитых странах она уже давно превысила 50%, в скандинавских странах, например, достигла уже 80%.

Приозерска, Чудово, Оредежа, Луги, Ивангорода. Эта компания предоставляет самый широкий международный роуминг — около 100 стран (Европа, Америка, Африка, Азия и Австралия), роуминг со всеми крупными городами европейской части России, Сибири и Дальнего Востока (Новосибирск, Омск, Хабаровск, Уфа и т. д.).

Следует особо отметить, что большинство телефонных трубок могут работать в двух стандартах 900 и 1800 МГц, а также то, что пока только стандарт GSM хорошо защищен от подслушивания разговоров и внедрения в разговор посторонних.

В сентябре 1996 года была проведена презентация торговой марки российской Ассоциации операторов сотовой связи стандарта NMT-450 «СОТЕЛ» — Сотовый ТЕлефон России. Таким образом, анонсирована Федеральная сеть сотовой связи, в которой все операторы страны стандарта NMP-450 работают под маркой «СОТЕЛ», обеспечивая клиентам свободное передвижение со своим сотовым радиотелефоном по всей России при сохранении высокого качества обслуживания.

Стандарт 2,5G CDMA

Весьма перспективным, как уже говорилось, представляется 2,5G стандарт CDMA (Code Division Multiple Access — многостанционный доступ с кодовым разделением каналов).

Основа CDMA — использование шумоподобной несущей с очень широкой полосой частот. Меняя фазу узкополосного сигнала в соответствии с псевдослучайной цифровой последовательностью, получаем шумоподобный сигнал с широким спектром, несущий информацию. Информационный сигнал как бы «расплывается» по спектру шумоподобного сигнала. В канале связи к сигналу добавятся помехи и сигналы других передатчиков, но они не совпадают по фазе с использованным шумоподобным сигналом. Поэтому после демодуляции получим почти чистую узкополосную составляющую — переданный поток данных.

Таким образом, варьируя псевдослучайные последовательности, можно организовать несколько независимых каналов передачи данных в одной и той же полосе частот — частотный ресурс используется более полно. Емкость CDMA-сети обычно в несколько раз выше, чем TDMA, и на порядок больше, чем FDMA-сетей. Сервисной особенностью CDMA-сетей является возможность плавного перехода от одной базовой станции (БС) к другой. Возможна ситуация «ведения» одного абонента сразу несколькими БС, причем абонент не замечает его «передачи» другой БС.

CDMA — практически полностью цифровой стандарт: все преобразования информационного сигнала происходят в цифровой форме, и только радиочасть аппарата является аналоговой, причем гораздо более простой, чем для других стандартов. Это позволяет почти весь телефон выполнить в виде одной микросхемы, тем самым значительно снизить его стоимость.

Все современные CDMA-телефоны предоставляют пользователю цифровой канал для голосового трафика со скоростью 14,4 Кбит/с, а многие (в США, Японии

и Китае — стандарты CDMA 1x, CDMA 2000) и со скоростью 144 Кбит/с. Ожидаются системы со скоростью 300 Кбит/с, что вплотную приближает CDMA к стандартам третьего поколения.

В сети CDMA у каждого абонента должен быть свой шумоподобный код, который не может быть использован другими, независимо от того, разговаривает абонент, находится в режиме ожидания звонка или вообще выключил телефон. Поэтому повременная оплата разговоров в этом стандарте вообще не имеет смысла. При достаточно большом количестве абонентов плата за нелимитируемый доступ может быть весьма низкой (сеть CDMA может составить серьезную конкуренцию обычной телефонной связи).

В сети CDMA лучше, чем в других стандартах, обеспечивается безопасность информации.

Из минусов CDMA можно отметить необходимость использования достаточно широкой полосы частот, что не всегда возможно в современной обстановке дефицита частотного ресурса, а также необходимость использования американской спутниковой системы определения координат **GPS** (Global Positioning System) для синхронизации системы при переходе на другие базовые станции.

По данным CDMA Development Group, общее число абонентов сетей CDMA в мире более 100 млн человек. В России сеть CDMA — «СОНЕТ» запущена в Москве, Иваново и других городах. Международный союз электросвязи отметил, что в наиболее массовых североамериканских и западноевропейских подвижных системах связи 3G с радиointерфейсом внедряется технология мультимедиа с кодовым разделением каналов CDMA.

Абонентские радиотелефоны и сервисные услуги сотовой связи

В рассмотренных ранее стандартах используются самые разнообразные абонентские радиотелефоны; вот только некоторые из них.

1. В стандарте GSM: Nokia 3320, Nokia 6210, Nokia 6250, Siemens A25, Siemens S35, Siemens M35, Ericsson R320, Ericsson A2628, Ericsson T28, Samsung SGH A100, Benefon Twin, Motorola P7389, Motorola V3690 и т. д.

Компания Samsung 15 августа 2001 года официально представила новую линейку сотовых телефонов (SGH-R200/R210, SGH-A300, SGH-A400, SGH-N400, SGH-Q100); они появились на прилавках отечественных магазинов в 2001 году. Модель SGH-A400, например, относится к категории так называемых имиджевых радиотелефонов, и при этом ориентирована на женщин. Об этом свидетельствуют внешний вид аппарата, яркие цвета корпуса, а также функции программного обеспечения, поддерживающие решение чисто женских проблем.

2. В стандарте NTM: Nokia 11, Nokia 640, Nokia 650, Dragon, Benefon Sigma, Benefon Spica и т. д.
3. В стандарте AMPS: Motorola StarTAC 6500, Motorola DPC-650, Motorola V3620, Philips Isis и т. д.

4. В стандарте CDMA: Nokia 6185, Motorola Talkabout T2260, Motorola V8160, Samsung SCH-811, Samsung SCH-N101, Sony CM-M1300, SKY IM-1400I, LG-DM510, LG C-800W и т. д. Компания LG Electronics выпустила один из первых сотовых телефонов стандарта CDMA 2000 – CyON Color Folder, позволяющий вести обмен данными на скорости до 144 Кбит/с и имеющий обширный сервис.

Большинство аппаратов имеют современный дизайн, весьма портативны — весят 80–250 г. Среди миниатюрных моделей можно назвать сотовые телефоны:

- Motorola V3620 стандарта AMPS имеет габариты 83 × 43 × 27,3 мм и весит 80 г;
- Ericsson T28s стандарта GSM имеет габариты 97 × 50 × 15 мм и весит 83 г;
- Nokia 8210 стандарта GSM имеет габариты 102 × 45 × 18 мм и весит 79 г.

При этом миниатюрные радиотелефоны не уступают по возможностям своим более внушительным собратьям. Например, сотовый телефон Siemens C35i (стандарт GSM) весом 110 г и размером 118 × 46 × 21 мм имеет большой графический дисплей на пять строк с хорошим разрешением, пользовательское меню с возможностью персонального программирования и создания списка напоминаний до 30 пунктов и телефонной книги на 100 номеров (плюс до 250 номеров в зависимости от SIM-карты), запоминание времени и даты последних 10 входящих и исходящих звонков, повторный набор номера последних 10 звонков, запоминание даты и времени 10 пропущенных звонков, возможность приема и передачи коротких текстовых сообщений (служба SMS), включая украшение текста пиктограммами и быстрый набор текстовых сообщений, браузер для доступа в WAP-Интернет (WAP 1.1); есть секундомер, часы, будильник, календарь, вибровозвон и выбор 21 мелодии звонка, компьютерные игры, двойной стандарт связи GSM 900 и 1800, три режима кодирования и сжатия информации.

Многие компании и сотовые радиотелефоны предоставляют своим клиентам и владельцам большой перечень сервисных услуг, таких, например, как:

- получение и отправка факсов и электронной почты;
- передача и прием на маленький дисплей радиотелефона (иногда даже цветной) коротких текстовых сообщений (служба SMS — Short Message Service);
- голосовая почта с записью и хранением сообщений в почтовом ящике;
- обеспечение конфиденциальности разговоров и информации;
- организацию «звонков-конференций», то есть вызов на связь сразу целой группы абонентов;
- возможность непосредственного обмена информацией с компьютерами, в частности с портативными ПК по инфракрасному каналу связи;
- непосредственный беспроводный доступ в Интернет с использованием встроенного в радиотелефон браузера для просмотра WAP-серверов;
- переадресация и ожидание звонков;
- возможность использования автоответчика с записью сообщения;
- возможность организации собственного телефонного справочника с поиском записи по имени абонента;

- возможность программирования для набора номера вызываемого абонента нажатием одной кнопки или даже голосом;
- возможность учета времени разговоров на данном радиотелефоне;
- возможность изменения кода блокировки радиотелефона;
- услуги справочного характера.

Например, радиотелефон Nokia 7650 имеет все эти функции, а также дополнительно цифровой фотоаппарат с возможностью хранения 64 кадров и быстрой передачи их в ПК (в том числе по каналу Bluetooth).

Разработаны телефонные терминалы для считывания кредитных карт в системе электронных платежей, обеспечивающие перечисление денег непосредственно с сотового телефона.

Служба рассылки коротких сообщений SMS

Служба рассылки коротких сообщений (Short Message Service, **SMS**) — это система, позволяющая посылать и принимать текстовые сообщения с сотового телефона и на сотовый телефон. Служба SMS была создана как составная часть стандарта GSM. Впервые система рассылки коротких сообщений была опробована в декабре 1992 года в Англии для передачи текста с персонального компьютера на мобильный телефон в сети GSM компании Vodafone. Сейчас SMS поддерживается и другими стандартами сотовой телефонии, в частности: DAMPS, CDMA и даже аналоговым NMT-450. Каждое сообщение содержит до 160 символов при использовании знаков латинского алфавита или до 70 символов при использовании другого алфавита.

Среди последних нововведений следует отметить функцию *подтверждения доставки* отправленного сообщения. Эта функция весьма полезна, так как SMS-сообщения, в отличие от сообщений на пейджер, могут в течение примерно двух часов дожидаться включения аппарата абонента, если он выключен, недоступен и т. д. Как только абонент включит свой телефон, он сразу же получит все накопившиеся за это время сообщения. Если при доставке сообщения произошла ошибка, то об этом будет сообщено отправителю. Функцию подтверждения доставки отправленного сообщения поддерживают телефоны таких популярных фирм, как Nokia, Siemens, Matsushita и ряд других.

В последних версиях обрела способность работать с SMS и популярнейшая программа обмена мгновенными текстовыми сообщениями ICQ.

По данным GSM Association, ежедневно на мобильные телефоны во всем мире отправляется почти по 750 млн SMS-сообщений. По прогнозам, к 2006 году это число достигнет 365 млрд сообщений в год.

Сервис мультимедийных сообщений MMS

В 2002 году была представлена новая технология Multimedia Messaging Service (**MMS**) — сервис мультимедийных сообщений, поддерживающий пересылку по телефону графических изображений и музыкальных мелодий. Поскольку многие сотовые телефоны имеют встроенные цифровые фото- и видеокамеры,

то абоненты при наличии программы протокола MMS получают возможность во время разговора обмениваться и фото- и видеофрагментами. Некоторые сотовые телефоны могут передавать MMS-сообщения и не обладая цифровыми видеокамерами, например, трехдиапазонный аппарат Nokia 7210 стандарта GSM 900/1800/1900 имеет встроенный редактор MMS-документов, позволяющий абоненту собственноручно создавать мультимедийные сообщения с возможным привлечением к творческому процессу и Интернета, и компьютера (у телефона имеется инфракрасный порт для связи с компьютером).

Если мобильный телефон не поддерживает протокол MMS, то имеется возможность просматривать мультимедийное послание через web-сайт — на телефон можно присылать SMS-уведомление с указанием пароля и адреса сайта.

Служба доступа в Интернет — WAP-технология

WAP (Wireless Application Protocol) — так называется протокол, позволяющий выйти в Интернет посредством сотового телефона, без участия модема и компьютера. Через WAP можно посещать не все интернет-серверы, а лишь специальные WAP-сайты. В принципе, они мало чем отличаются от обычных, проблема лишь в том, что таких WAP-сайтов не очень много. Работать с обычными HTML-страницами через сотовый телефон неудобно, поскольку размер дисплея сотового телефона очень маленький, а заголовок и объем служебной информации на таких страницах большие. Поэтому приходится идти на ухищрения: эти страницы менее насыщены графической информацией, а сотовые телефоны снабжаются функцией прокрутки широкого и «высокого» текста и т. д.

Сегодня многие web-дизайнеры создают для клиентов своих сайтов специальные WAP-версии HTML-страниц. В частности, не так давно поисковый каталог Yahoo! предоставил пользователям возможность получения разной информации, хорошо адаптированной к маленьким экранам сотовых телефонов, в этом же каталоге обеспечивается и доступ к электронной почте. Отечественная поисковая система Яндекс выделяет для мобильных телефонов раздел, обеспечивающий поиск русскоязычных WAP-сайтов.

Есть свои WAP-сайты и у многих фирм-провайдеров.

Для работы с WAP-технологией сотовые телефоны должны иметь программу-браузер. Пока она встраивается еще не во все выпускаемые телефоны, но большинство новых аппаратов, в частности таких фирм, как Nokia, Siemens, Motorola, Ericsson и т. д., предусматривают WAP-браузер.

Пожалуй, самыми распространенными WAP-ресурсами являются сведения о погоде, программы телевидения, расписания движения транспорта, новости и финансовая информации (примерно то же, что предлагается и системами телетекста).

Обширную информацию предоставляет WAP-сайт известного в деловых кругах информационного агентства «РосБизнесКонсалтинг». Здесь предоставляются четыре ленты с новостями в реальном времени (новости дня, политики, культуры и спорта); курсы ЦБ, валюта, фондовые индексы, котировки основных акций; информация о погоде во многих городах России; расписание работы кинотеат-

ров, клубов и театров Москвы с адресами и ценами на билеты; телефоны служб спасения, доставки товаров, заказа билетов, различных справочных служб; расписание авиа- и железнодорожных рейсов с ценами на билеты; ТВ-программа по основным каналам на неделю; каталог лучших российских и зарубежных WAP-сайтов.

Интеллектуальные сотовые телефоны

В последние годы появилось много блокнотных компьютеров и компьютеров — электронных секретарей (PDA), имеющих возможность работы в сотовых телефонных сетях, в частности, для приема и передачи данных (рис. 17.1).



Рис. 17.1. Абонентский радиотелефон, объединенный с ноутбуком и модемом

Подобная функциональность обеспечивается и некоторыми моноблочными сотовыми аппаратами — интеллектуальными сотовыми телефонами, например коммуникаторами Nokia 9210, Motorola V100, Ericsson R380s.

Коммуникатор Nokia 9210 работает в стандартах GSM 900 и 1800, имеет габариты 158 × 56 × 27 мм и вес 244 г. Он содержит все, что необходимо для работы в офисе: сотовый телефон, факс, систему электронной почты (по протоколам SMTP, POP3, IMAP и т. д.), браузер для доступа как к web-серверам, так и к WAP-серверам со скоростями передачи до 43,5 Кбит/с; поддерживает службу SMS, имеется солидная память для хранения адресов и телефонов, списка дел и мероприятий, календаря и т. д.

Коммуникатором управляют 32-битовый RISC-процессор ARM-9 и операционная система EPOC, есть программные пакеты MS Office 2000: текстовый редактор Word, табличный процессор Excel, система просмотра презентаций Power Point и др.; поддержаны программы сжатия (форматы JPEG или GIF) файлов. Многоцветный (4096 оттенков) высококачественный дисплей позволяет работать и с текстовой, и с графической информацией (в том числе и с видеоклипами).

Выбор оператора сотовой связи. При *выборе оператора* следует учитывать:

- зону охвата территории и возможный роуминг;
- качество сигнала;
- сервисные услуги и их доступность;
- уровень обслуживания;
- стоимость предоставляемых услуг и возможность выбора схемы расчета за них.

По прогнозам UMTS-форума рынок услуг мобильной связи в 2005 году охватит 940 млн абонентов, а в 2010 году — 1700 млн абонентов. По тем же прогнозам стандарт GSM останется лидером по числу абонентов еще на ближайшие несколько лет. В то же время спрос на абонентские сотовые трубки стандарта CDMA растет быстрее, чем на трубки GSM. Ожидается, что за период с 1999 по 2003 годы объем доходов мирового рынка сетей GSM увеличится с \$15,5 до \$24,5 млрд при среднегодовом приросте 12,1%, а сетей CDMA — с \$3,5 до \$20,4 млрд при среднегодовом приросте 55,9%. При этом доля сетей других стандартов на рынке сотовой связи будет незначительна.

Следует обязательно сказать, что сотовый телефон небезвреден для человека. Пока нет данных о последствиях длительного (в течение нескольких лет) использования таких телефонов. Но наблюдения английских ученых за физиологическими изменениями в организме человека во время 30-минутного разговора по сотовому телефону показали, что уже после 6 минут температура кожи вблизи от трубки возросла на 2,3° С, изменилась также интенсивность потока воздуха, вдыхаемого через нос с ближайшей к телефону стороны. Австралийские ученые указывают на случай нервного расстройства мужчины после пользования мобильным телефоном, при этом он испытывал постоянные головные боли в течение нескольких дней и имел замедление реакций ближайшего к трубке полушария головного мозга. Почти все исследователи считают, что длительное воздействие излучения от радиотелефона на человека ведет к непредсказуемым последствиям для его здоровья.

Системы транкинговой радиотелефонной связи

Транкинговая связь — наиболее оперативный вид двухсторонней мобильной связи, максимально эффективной для координации подвижных групп абонентов. Транкинговые системы связи менее интересны для индивидуальных пользователей (связь между ними остается прерогативой сотовых радиотелефонных систем); они более перспективны и эффективны для корпоративных организаций, для групповых пользователей — для мгновенной связи между группами пользователей, объединившимися по организационному признаку или просто по интересам. Часто трафик (передача информации) замыкается в основном внутри транкинговых систем, и выход абонентов в телефонные сети общего пользования хотя и возможен, но предполагается только в исключительных случаях.

Но в принципе работа транкинговых систем возможна и в локальном (однозоновом, корпоративном), и в сетевом (многозоновом, обслуживающем индивидуальных пользователей) вариантах.

Система транкинговой связи (**trunk** — ствол, магистраль) включает в себя базовую станцию (иногда несколько) с ретрансляторами и абонентские радиостанции (транковые радиотелефоны) с телескопическими антеннами.

Базовая станция связана с телефонной линией и сопряжена с ретранслятором с большим радиусом действия — до 50–100 км. Транковые радиотелефоны исключительно надежны, компактны и выполняются в нескольких вариантах:

- переносном — радиус действия 20–35 км, вес 300–500 г;
- перевозимом — радиус действия 35–70 км, вес около 1 кг;
- стационарном — радиус действия 50–120 км, вес обычно больше 1 кг.

Усредненные возможности транкинговой связи по охвату территории показаны на рис. 17.2.

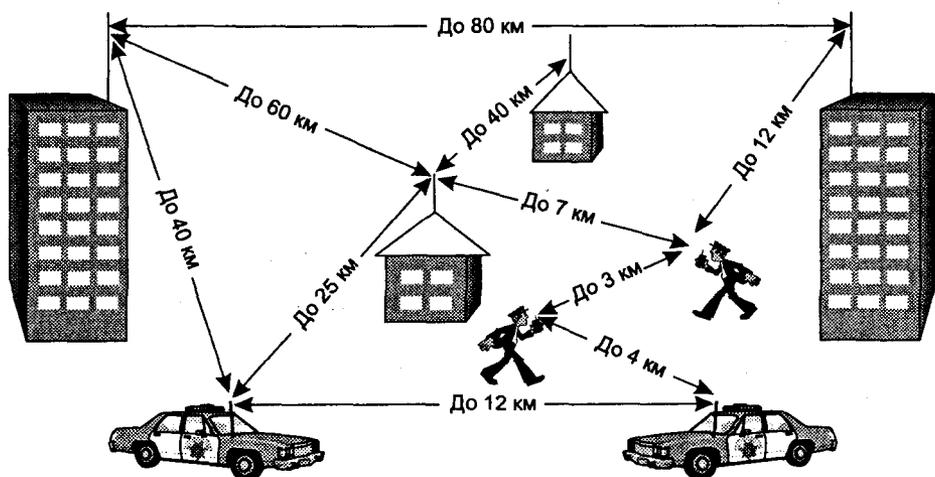


Рис. 17.2. Возможности транкинговой связи по охвату территории

Вообще говоря, для транкинговых систем характерно оборудование, выполненное с использованием высоких технологий, поддерживаемое хорошим сервисом как для абонента, так и для оператора сети, оборудование, обеспечивающее полноценную дуплексную или полудуплексную радиотелефонную связь с подвижными объектами, работу в аналоговом и цифровом режимах.

При помощи транкинга малое число радиоканалов динамически распределяется между большим числом пользователей. На один канал приходится до 50 и более абонентов; поскольку абоненты не очень интенсивно используют телефон, а базовая станция работает в режиме концентратора (то есть распределяет все радиоканалы только между обратившимися к ней абонентами), вероятность ситуации «занято» не велика (существенно меньше, чем при жестком прикреплении даже нескольких абонентов к одному каналу).

Радиотелефоны могут работать как в системе, находясь в зоне действия базовой (базовых) станции и через нее связываясь с любым абонентом телефонной сети (в том числе и с транкинговым абонентом), так и индивидуально друг с другом, находясь как внутри, так и вне зоны базовых радиостанций. В первом случае непосредственная связь абонентов обеспечит большую оперативность соединения (время соединения обычно не превышает 0,3–0,5 с). Возможность непосредственной связи абонентов без участия базовой станции — основное, глобальное отличие транкинговых систем от сотовых.

Стандарты транкинговой связи можно разделить на два поколения:

- аналоговые транкинговые стандарты — Smart Trunk, MPT 1327, LTR, SmartNet и т. д.;
- цифровые транкинговые стандарты — TETRA, APCO 25, EDACS, iDEN, Tetrapol и т. д.

В России в основном применяются аналоговые транкинговые системы, цифровые системы единичны и многие из них проходят лишь опытную эксплуатацию.

Аналоговый стандарт Smart Trunk II

Весьма популярная в России система **Smart Trunk II**, впервые представленная в 1992 году и являющаяся развитием известной во всем мире системы Smart Trunk, первоначально разрабатывалась как однозонавая (локальная) недорогая система для широкого применения. Сейчас системы Smart Trunk II используются и в локальном, и в сетевом режимах.

Сетевой вариант работы предусматривает наличие нескольких базовых станций и/или ретрансляторов, размещенных не обязательно близко для перекрытия компактной территории, а в соответствии с топологией обслуживаемых регионов. Возможным вариантом является, например, установка одного или нескольких ретрансляторов в районе города, где расположен центральный офис фирмы и где плотность абонентов высока, и отдельных ретрансляторов в зонах, где расположены филиалы фирмы, в районах зон отдыха и дачных участков сотрудников фирмы и т. п.

Распределенная сетевая транкинговая связь обеспечивает автоматическую регистрацию абонента при переходе из одной зоны базовой станции в другую (роуминг) и автоматическую переадресацию поступившего вызова к абоненту, перешедшему в другую зону (роутинг).

При организации связи может учитываться приоритетность абонентов, обеспечивается защищенность связи (абоненты не могут вмешиваться в другие разговоры и работать на уже занятых каналах). Каждый транковый радиотелефон имеет свой уникальный идентифицирующий его номер, благодаря которому исключается возможность несанкционированного доступа в сеть посторонних абонентов.

Для Smart Trunk II характерны следующие параметры:

- число каналов — до 16, каждый транковый канал может быть подключен к одной или двум телефонным линиям;
- число абонентов — до 1100 (в новой версии контроллера ST-853 — до 4000 абонентов);

- ❑ абонентские радиотелефоны — дуплексные и полудуплексные, каждому транковому радиотелефону присваивается уникальный четырехзначный номер и код для групповой связи;
- ❑ рабочие частоты — любые разрешенные в диапазонах 146–174, 453–467 и 824–960 МГц.

В сети обеспечиваются следующие основные варианты организации связи:

- ❑ абонент (в том числе и мобильный) — телефонная сеть — мобильный абонент;
- ❑ мобильный абонент — мобильный абонент (по прямому радиоканалу);
- ❑ групповая связь;
- ❑ аварийные вызовы.

Сервисные возможности системы:

- ❑ организация 10 уровней приоритета доступа к радиотелефонным каналам, что позволяет при занятости всех каналов более приоритетным абонентам в экстренных случаях прерывать разговор менее приоритетных абонентов и срочно выходить на связь;
- ❑ установление ограничений отдельным абонентам, в зависимости от уровня их приоритета, по времени доступа к системе, по доступу в городскую и междугородную телефонные линии;
- ❑ разделение абонентов на группы и работа внутри и вне групп в режиме групповой связи на уровне руководителей групп или всех абонентов;
- ❑ оперативное ограничение доступа отдельных абонентов к системе, например при утере радиотелефона его индивидуальный номер может блокироваться;
- ❑ организация и использование приоритетного дежурного канала для передачи экстренных и особо важных сообщений;
- ❑ защита от прослушивания разговоров посторонними посредством установки в транковые радиотелефоны включаемого при необходимости маскиратора (скремблера);
- ❑ оперативный учет времени всех видов разговоров, что весьма удобно при расчетах оплаты разным абонентам и организациям за пользование транкинговой связью.

Рассмотрим работу абонентов в некоторых режимах более подробно.

Соединение «мобильный абонент — телефон»

Для выхода в телефонную сеть следует набрать на клавиатуре транкового радиотелефона номер телефона (до 14 цифр) и нажать кнопку режима 1* или 2* для доступа к АТС по 1-й или 2-й телефонной линии. Контроллер радиотелефона сканирует диапазон рабочих частот, находит свободный канал и подключает радиотелефон к базовой станции. После соединения возможен тональный набор номера, например для доступа к добавочным номерам офисной АТС или управления автоответчиком вашего телефона.

Радиотелефон при этом передает в цифровом виде код подключения зарегистрированного пользователя; затем он обратится к телефонной линии 1 или 2 и передаст код номера вызываемого телефона. Если посылка содержала только код номера телефонной линии (1 или 2), то в транковом аппарате раздастся обычный телефонный гудок, и у абонента будет еще 8 секунд для того, чтобы начать набор номера вызываемого телефона, прежде чем произойдет автоматическое разъединение.

Контроллер транкового радиотелефона может быть запрограммирован:

- на импульсный или тональный набор кода номера телефона; цифры, набранные мобильным абонентом, преобразуются в импульсный или тональный набор в зависимости от настроек контроллера;
- на ожидание гудка от телефонной линии перед набором номера, что нужно, например, при работе с офисными АТС, требующими донабора для выхода в городскую телефонную линию;
- на блокировку набора определенных сочетаний цифр в телефонных номерах, что может обеспечить, например, запрет набора международных номеров.

Все варианты программирования контроллера транкового аппарата распространяются, естественно, только на один этот аппарат.

Окончание сеанса связи мобильного абонента с телефонной линией происходит при приеме кода разъединения от мобильного радиотелефона.

Соединение «телефон — мобильный абонент»

Для вызова мобильного транкингового абонента с городского телефона необходимо набрать один из телефонных номеров системы Smart Trunk и после ответа контроллера базовой станции в виде двух коротких гудков набрать добавочный номер нужного мобильного абонента. Добавочный номер может быть введен как в импульсном, так и в тональном режимах с любого телефонного аппарата.

Инициатор разговора после ответа контроллера имеет 6 секунд до начала набора номера мобильного абонента. Если набран номер несуществующего абонента, то раздается сигнал «занято». При получении правильного номера контроллер базовой станции сканирует диапазон рабочих частот, находит свободный канал и по нему начинает вызов мобильного абонента. Транковые радиотелефоны постоянно находятся в дежурном режиме на приеме служебного сигнала вызова. После ответа вызываемого аппарата формируется код подключения, и обоим абонентам выдается сигнал, подтверждающий, что соединение состоялось. Окончание сеанса связи происходит при получении кода разъединения от мобильного абонента.

Соединение «мобильный абонент — мобильный абонент»

Для вызова мобильного абонента нужно набрать на клавиатуре транкового радиотелефона номер вызываемого абонента и нажать кнопку режима 3*. Если была нажата только кнопка режима, раздастся гудок, и вызываемому абоненту дается 6 секунд для начала набора номера вызываемого абонента. Вызов абонента производится по радиоканалу, без использования телефонных линий.

После набора правильного номера контроллер вызывающего аппарата начнет сканирование диапазона рабочих частот, найдет свободный канал, включит радиопередатчик и по этому радиоканалу пошлет сигнал вызываемому абоненту. После ответа последнего формируется код подключения, и оба абонента слышат звуковой сигнал, извещающий об установлении сеанса связи. Окончание сеанса связи происходит при приеме кода разъединения от любого абонента.

Групповые режимы связи

Некоторое число мобильных абонентов можно объединить в группу и присвоить им уникальный групповой номер. По этому номеру можно вызывать сразу всех абонентов сформированной группы. Правила вызова точно такие же, что и при вызове индивидуального абонента. Таким образом реализуется:

- «конференц-связь» между многими абонентами сразу;
- «циркулярная связь» одного абонента сразу со многими абонентами.

Аварийные вызовы

Срочный вызов оператора системы на базовой станции осуществляется нажатием кнопки режимов 9*. В случае бедствия или опасности можно автоматически передать заранее запрограммированный аварийный телефонный номер нажатием кнопки режимов 0*. Если при попытке набрать аварийный номер все каналы будут заняты, то контроллер прервет один из разговоров для прохождения аварийного звонка.

Транковый радиотелефон можно перевести в режим обычной радиостанции для работы вне зоны обслуживания транкинговой системы. Например, если два автомобиля, оборудованные транковыми радиотелефонами, отправлены в командировку, то при выезде из зоны обслуживания транкинговой системы радиотелефоны переключаются из транкового режима в обычный, и автомобили могут поддерживать между собой оперативную связь в пути.

Системы Smart Trunk II обычно создаются как корпоративные системы: они ориентированы на конкретного пользователя, рассчитываются и строятся специализированной фирмой (например АО «Т-Хелпер») под конкретную проблему. Такой подход позволяет максимально экономить средства — не приобретается ничего лишнего, и время — оперативно создается действующая система. В зависимости от текущих финансовых возможностей и потребностей в услугах связи, можно построить систему в сокращенной конфигурации, а затем развивать ее дальше.

Примеры транковых радиотелефонов:

- носимые: Alinco DJ-195 (40 подканалов, габариты 124×56×40 мм, вес 350 г), Icom IC-F4 (32 подканала, габариты 140×57×37 мм, вес 390 г);
- возимые: Alinco DR-135 (100 подканалов, габариты 174×142×40 мм, вес 860 г), Icom IC-F410 (32 подканала, габариты 175×137×40 мм, вес 2100 г).

Аналоговый стандарт MPT 1327

Не менее популярным является и транкинговый стандарт MPT 1327, положенный в основу большинства европейских транкинговых систем. Главное достоинство этого протокола — доступность и открытость в плане стандартизации, в частности, возможность внесения в него национальных требований.

Системы радиосвязи на основе этого протокола также имеют режимы индивидуальных и групповых вызовов, выходов в телефонную сеть общего пользования. Протокол обеспечивает независимость абонента от обслуживающей его в данный момент базовой станции и автоматическую регистрацию абонента на ближайшей к нему станции.

Принципиальным отличием стандарта MPT 1327 от Smart Trunk является его многозоновость (работа в сетевом варианте) и то, что его работой управляет центральный компьютер, который может находиться в любом удобном для оператора месте. Связь компьютера с базовыми станциями иногда осуществляется по кабельным линиям связи.

В систему может входить до 10 базовых станций с 24 радиоканалами в каждой из них; всего может обслуживаться до 1 млн радиоабонентов. Для облегчения операций вызова абонентов все радиотелефоны, входящие в систему, распределяются по разным группам связи, в пределах которых выполняется своя автономная их адресация.

Основные функциональные возможности систем, использующих стандарт MPT 1327:

- ❑ малое время установления связи (не более 0,4 с при внутригрупповых и 1,0 с при межгрупповых соединениях), достигаемое за счет отсутствия сканирования частотного диапазона (установление связи управляется компьютером);
- ❑ индивидуальный вызов любого абонента как с другого радиотелефона, так и из городской телефонной сети;
- ❑ возможность выхода любого мобильного абонента в городскую телефонную сеть;
- ❑ возможность группового вызова абонентов, входящих в группу связи;
- ❑ наличие приоритетной системы вызовов и экстренного (самого приоритетного) вызова заранее запрограммированного абонента нажатием одной кнопки на аппарате;
- ❑ возможность циркулярных сообщений (селекторных вызовов), при которых все абоненты могут прослушивать только сообщение вызывающего абонента;
- ❑ возможность переадресации входящих вызовов на другого абонента;
- ❑ регистрация, индикация и запоминание радиотелефоном номеров вызывающих абонентов;
- ❑ передача служебных цифровых сообщений по радиоканалам, в том числе и от компьютера.

Первоначально протокол MPT 1327 был ориентирован на диапазон частот 174–225 МГц, однако сейчас выпускается аппаратура и для работы в диапазонах 66–88, 136–174, 330–380 и 400–512 МГц.

Фирмой Motorola для работы в этом стандарте изготавливаются носимые радиотелефоны (GP 1200) и возимые (GM 1200).

Цифровые стандарты

Цифровые стандарты у нас в стране только начинают развиваться, они относятся к транкинговым стандартам 2-го поколения, обеспечивают более оперативную и надежную связь, поддерживают множество сервисных услуг и являются весьма перспективными.

Цифровой стандарт TETRA

Стандарт на цифровые транкинговые системы **TETRA** (TErrestrial Trunked RAdio) (до 1997 года аббревиатура раскрывалась как Trans-European Trunked RAdio) разработан Европейским институтом телекоммуникационных стандартов как единая европейская технология для специальных систем подвижной связи. Стандарт выделяет на один канал полосу частот шириной 25 кГц и описывает принцип временного мультиплексирования подканалов TDMA, позволяя вести по каналу до четырех разговоров одновременно, что существенно экономит частотный ресурс. Новый стандарт обеспечивает передачу как речи, так и данных со скоростью до 28 Кбит/с и с повышенной степенью защищенности и секретности. В стандарте заложены возможности индивидуального и группового вызова абонентов, группового вызова с подтверждением и широкоэвещательного («всем, кто меня слышит») режима. Поскольку протокол разрабатывался для общеевропейских служб общественной безопасности, в нем предусмотрены: гарантированный и быстрый доступ в систему, приоритетные вызовы, повышенная секретность связи, прямая связь между абонентами. Широкие возможности по передаче данных позволяют подключать к системе различные виды терминального оборудования: портативные компьютеры, факсимильные аппараты, принтеры и т. д.

Среди дополнительных функциональных возможностей TETRA следует отметить: вызов через диспетчера, приоритетный вызов (в том числе с предварительным сбросом), удержание, регистрацию, идентификацию, переадресацию вызова, выборочное прослушивание, подключение к разговору, блокировку исходящих звонков.

Особо следует отметить возможность доступа абонентов стандарта TETRA в Интернет и к интранет-сетям. Компания Nokia представила в 2000 году первый WAP-браузер для систем этого стандарта, а также комплект клиент-серверных приложений для доступа в режиме реального времени к базам данных, геоинформационным системам, службам коротких сообщений SMS и ряду других ресурсов.

Стандарт TETRA может работать в широком диапазоне частот — от 60 до 1000 МГц. За службами безопасности закреплена полоса частот от 380 до 400 МГц, для коммерческих целей выделены диапазоны в районах 410, 450 и 870 МГц.

Первые коммерческие локальные системы транкинговой связи этого стандарта уже используются и в России.

Существуют транкинговые сети стандарта TETRA и общего доступа, в частности, экспериментальная сеть, организованная в Санкт-Петербурге компанией

«РадиоТел» на основе базовой станции Dimetra фирмы Motorola, способная обслуживать одновременно до 30 000 абонентов.

Транкинговая сеть компании «РадиоТел» позволяет осуществлять:

- обычную радиосвязь в пределах города и области (охват 10 000 км²);
- телефонную связь: внутригородскую, междугородную и международную.

Сервисные услуги сети:

- цифровая передача речевых сообщений и информации;
- конфиденциальность передаваемых сообщений;
- наличие уровней приоритетности для абонентов;
- возможность аварийных вызовов;
- возможность общесистемных вызовов;
- возможность конференц-связи;
- автоматическая регистрация абонентов;
- организация групп связи с особым статусом;
- организация связи между группами;
- возможность выборочного запрета связи.

Сеть охватывает связью часть Северо-Западного региона и имеет роуминг с абонентами других систем Москвы и Московской области (в Москве пока создание транкинговых систем стандарта TETRA не разрешено ввиду дефицита частотных диапазонов). Для транкинговой связи в сети TETRA отведен диапазон частот 800 МГц, обладающий рядом преимуществ перед ранее используемыми в радиосетях более низкочастотными диапазонами, в частности, позволивший организовать существенно большее количество абонентских подканалов. В качестве примеров транковых телефонов этого стандарта можно привести портативную радиостанцию Yaesu VX-1R (291 подканал, габариты 81 × 47 × 25 мм, вес 125 г), Махор SR-210 (69 подканалов, габариты 124 × 45 × 35 мм, вес 1590 г) и возимый радиотелефон Icom IC-F410 (32 подканала, габариты 137 × 175 × 40 мм, вес 2100 г).

Цифровые стандарты APCO 25 и EDACS

Цифровой стандарт APCO 25 был разработан в США на базе частотного разделения каналов (FDMA) для использования в правоохранительных органах. На его основе могут быть построены не только транкинговые, но и конвенциональные (сотовые) системы с ретрансляторами. Ретрансляторы, как и везде, нужны для увеличения зоны обслуживания. При прочих равных условиях зона охвата сети APCO примерно в 2,5 раза больше зоны TETRA. Важным достоинством сетей APCO 25 также является возможность их использования в системах существующих аналоговых радиостанций. В Москве построена экспериментальная сеть этого стандарта фирмами «Спецтехника и связь» и Westel Group (Австралия). Уже опробованы две двухканальные базовые станции с выходной мощностью 50 Вт, работающие в конвенциональном режиме в диапазоне частот 136–174 МГц. В системе используются абонентские терминалы EF Johnson Stealth 5000 (носимые, мощность 5 Вт) и 5300 (возимые, мощность 50 Вт). Результаты испытаний

оказались весьма впечатляющими: при такой небольшой мощности устойчивая связь фиксировалась в пределах МКАД и до 26 км за пределами городской черты. Цифровой стандарт EDACS (Enhanced Digital Access Communications System) компании Ericsson рассчитан на работу в диапазоне частот 150, 450 и 800 МГц. Предусмотрены полудуплексный и симплексный режимы работы. В мире существует более 500 систем EDACS, а первая в России система EDACS используется федеральной службой для охраны Президента РФ с 1994 года. EDACS принимает участие в охране первых лиц таких государств, как США, Швеция, Казахстан, Белоруссия, Италия. В России уже функционируют несколько сетей на базе этого стандарта, в том числе в Санкт-Петербурге.

Персональная спутниковая радиотелефонная связь

На исходе XX века родилась еще одна чудо-технология — персональная радиосвязь с любым абонентом, находящимся в любой точке нашей планеты. Эта технология обеспечивается *системами персональной спутниковой радиосвязи (СПСР)*, использующими комплексы космических ретрансляторов и абонентских радиотерминалов.

Варианты систем персональной спутниковой связи

В общем случае любая спутниковая система связи состоит из трех сегментов: *космического* (группы космических спутников-ретрансляторов), *наземного* (наземные станции обслуживания, станции сопряжения) и *пользовательского* (терминалы, находящиеся у потребителя). И если для сотовой связи важным параметром является высота подъема антенны базовой станции, то для систем спутниковой связи то же значение имеет высота орбиты спутников-ретрансляторов (СР).

В настоящее время все системы спутниковой связи по высоте орбиты можно подразделить на:

- *геостационарные* орбиты (GEO — Geostacionary Earth Orbit, спутник-ретранслятор как бы висит над одной точкой поверхности Земли): высота орбиты 36 000 км; количество СР, необходимых для охвата всей территории земного шара — 3, один спутник-ретранслятор перекрывает 34% земной поверхности, временная задержка передачи сигнала составляет примерно 600 мс;
- *средневысокие* круговые или эллиптические орбиты (MEO — Mean Eath Orbit): высота орбиты в диапазоне от 5000 до 15 000 км, количество необходимых СР — 8–12, зона перекрытия одним спутником — 25–28%, временная задержка передачи сигнала — 250–400 мс;
- *низкие* круговые или близкие к круговым орбиты (LEO — Low Earth Orbit): высота орбиты в диапазоне от 500 до 2000 км, количество необходимых СР — 48–66; зона перекрытия одним спутником — 3–7%; временная задержка передачи сигнала — 170–300 мс.

Первая широко известная система спутниковых телекоммуникаций с мобильными абонентами «**Инмарсат**» (Inmarsat) и ей подобные обеспечивали обслуживание по принципу «следование абонента за терминалом»: радиотерминал с приемо-передающей аппаратурой и мощной антенной устанавливался на подвижном объекте (автомобиле, поезде, корабле, самолете) и абонент был привязан к этому объекту, следовал за ним. Радиотерминал через спутник-ретранслятор, находящийся на геостационарной орбите, получал связь с радиотерминалами других абонентов.

Более поздние системы (Inmarsat 3, EMSS, MSAT, «Марафон») позволили реализовать принцип «терминал следует за абонентом», поскольку при использовании более эффективных узконаправленных антенн мощность сигнала в локальных зонах обслуживания увеличилась и радиотерминал абонента стал более портативным (в виде небольшого чемоданчика, «кейса» и т. п.).

Возможность дальнейшего увеличения мощности радиосигнала и уменьшения размеров абонентских радиотерминалов обеспечивается путем приближения спутников-ретрансляторов к абонентам, то есть переводом их с геостационарных на более низкие орбиты LEO и MEO, но при этом для охвата той же территории приходится использовать большее количество СР. Имеется определенная аналогия СПРС с системами сотовой телефонии — зоны обзора земной поверхности многолучевыми антеннами СР формируют сотовую (макросотовую) структуру покрытия зоны обслуживания.

Низкие орбиты уже давно рассматривались как основа для организации систем спутниковой связи, но их использование тормозилось определенной инерцией мышления, настроенного на то, что спутник-ретранслятор должен быть виден долго и непрерывно, а лучше всего быть неподвижным для наблюдателя (то есть находиться на геостационарной орбите).

И только в последние годы появился ряд систем спутниковой связи, использующих низкие орбиты и более портативные абонентские радиотерминалы, вплоть до карманных радиотелефонных трубок.

В настоящее время имеется уже несколько десятков различных СПРС, характеристики некоторых из них приведены в табл. 17.2.

Таблица 17.2. Основные характеристики некоторых СПРС

Тип СР	Класс СР	Число СР	Высота орбиты, км	Масса СР, кг	Диапазон частот, ГГц		Скорость передачи, Кбит/с
					Прием	Передача	
«Орбита»	GEO	8	36 000	2200	5,98–6,28	3,65–3,95	9,6
«Горизонт»		2		2500			
«Экспресс»							
«Горизонт»	GEO	2	36 000	2200	5,88–6,38	3,55–4,05	9,6–64
«Ямал-100»	GEO	3	36 000	1300	3,46–3,79	5,76–6,12	9,6
ICO	MEO	10	10 300				
Odissey	MEO	12	10 400	2500			

Тип СР	Класс СР	Число СР	Высота орбиты, км	Масса СР, кг	Диапазон частот, ГГц		Скорость передачи, Кбит/с
					Прием	Передача	
Iridium	LEO	66	780	700	1,616– 1,625	1,616– 1,625	9,6
Globalstar	LEO	48	1414	426	6–7	6–7	9,6
«Гонец»	LEO	45	1400	250	0,312– 0,315	0,387– 0,390	2,4–19,2
«Сигнал»	LEO	48	1500	310	0,3–0,4	1,5–1,6	9,6

Большинство существующих спутниковых систем связи имеют геостационарные спутниковые группировки, что легко объяснимо: небольшое количество спутников, охват всей поверхности Земли. Однако большая задержка сигнала делает их применимыми, как правило, только для радио- и телевидения. Для систем радиотелефонной связи большая задержка сигнала крайне нежелательна, так как приводит к плохому качеству связи и повышению стоимости обслуживания.

Низкоорбитальные СПРС Iridium имеет 66 спутников-ретрансляторов (5 мая 1997 года запущены первые пять из них) на орбитах высотой 780 км, а **Globalstar** — 48 на высоте 1400 км. Такое количество СР необходимо для поддержания непрерывного канала связи, предоставляемого любому абоненту на территории земного шара, поскольку каждый из низкоскоростных спутников-ретрансляторов находится в зоне видимости абонентского радиотелефона всего несколько минут за время каждого оборота спутника на орбите. Благодаря движению спутников друг за другом, их расположению в разных орбитальных плоскостях и автоматическому переключению связи с одного СР на другой, гарантируется полное перекрытие поверхности планеты зонами обзора и непрерывная связь с абонентом. Число обеспечиваемых системами каналов связи достигает 60 000–70 000.

Система Iridium

Разработчик — международный консорциум Iridium Ltd., Вашингтон. Система глобальной подвижной персональной спутниковой связи предназначалась для предоставления услуг связи с подвижными и фиксированными объектами, сосредоточенными на всей территории земного шара. Космический сегмент системы состоял из 66 основных (высота орбиты 780 км над поверхностью Земли) и 6 резервных спутников (645 км). Система предоставляла абонентам следующие услуги: передача речи (2,4 Кбит/с), передача данных и телефакс со скоростью до 9600 Кбит/с, персональный вызов и определение местоположения.

Будучи очень дорогостоящим проектом (более 5 млрд долларов), Iridium в начальной стадии развития установил сверхвысокие цены на терминалы и трафик, ошибочно ориентируясь только на очень богатых потребителей услуги. Кроме того, в процессе эксплуатации возникли непредусмотренные проектом технические и финансовые проблемы, что привело консорциум к банкротству. В настоящее время обслуживание абонентов России не производится.

Система Globalstar

Система глобальной подвижной персональной спутниковой связи Globalstar (компания Globalstar ltd., Сан-Хосе, штат Калифорния) предназначена для предоставления услуг связи с подвижными и фиксированными объектами, расположенными на территории земного шара между 70° северной широты и 70° южной широты.

Портативные терминалы системы Globalstar выпускаются в нескольких модификациях для использования их как для организации связи в системе Globalstar, так и в сетях наземной сотовой связи стандартов GSM, DAMPS, CDMA.

Для примера приведем параметры некоторых имеющихся на российском рынке моделей спутниковых портативных мобильных терминалов системы Globalstar:

- портативный мобильный абонентский терминал QUALCOMM. Трехрежимный терминал — Globalstar/AMPS/CDMA. Размеры — 178 × 57 × 44 мм, вес — 357 г. Имеет дисплей на 4 × 16 символов, записную книжку на 99 номеров, ускоренный автодозвон, голосовую почту, определитель номера;
- портативный абонентский мобильный терминал Ericsson. Режимы работы — Globalstar/GSM. Размеры — 160 × 60 × 37 мм, вес — 350 г;
- портативный абонентский мобильный терминал Telit. Режимы работы — Globalstar/GSM. Размеры — 220 × 65 × 45 мм; вес — 300 г.

Космический сегмент системы представляет собой группировку из 48 основных и 8 резервных спутников, весом менее 450 кг, размещенных на круговых орбитах на высоте 1414 км над поверхностью Земли. Спутники первого поколения рассчитаны на работу в режиме полной нагрузки не менее 7,5 лет.

Для охвата большей территории земного шара планируется построить порядка 50 станций сопряжения, обеспечивающих максимальное покрытие (до 85%) земной поверхности. На первом этапе развития системы построено 38 станций сопряжения. В России находятся в эксплуатации 3 таких станции: в Московской области (Павловский Посад), в Новосибирске и в Хабаровске. Эти станции обеспечивают предоставление услуг подвижной связи с высоким качеством обслуживания практически на всей территории России южнее 70° северной широты. Каждая из станций связана с сетью общего пользования России. Система Globalstar эксплуатируется в России с мая 2000 года. В 2002 году Globalstar уже обслуживала более 150 000 отечественных абонентов.

Среднеорбитальные системы Odyssey и ICO с высотой орбиты порядка 10 000 км, ввиду большего обзора территории с одного спутника-ретранслятора, позволяют сократить количество последних до 10–12 штук (время видимости одного СР доходит до нескольких часов). Число обеспечиваемых системами каналов связи достигает 25 000–30 000.

Весьма перспективной обещает быть среднеорбитальная система подвижной персональной спутниковой связи **ICO** (международная компания «ICO Global Communications»), предназначенная для предоставления услуг связи с подвижными и фиксированными объектами на всей территории земного шара, включая

приполярные районы. Система будет содержать десять основных и два резервных спутника на МЕО-орбите высотой примерно 10 390 км над поверхностью Земли. Согласно проекту, большую часть абонентских терминалов системы составят персональные телефонные аппараты, способные работать в двух режимах (спутниковый/наземный сотовый).

Особенностью данной системы станет специально сформированная сеть ICONet, которая соединит между собой «интеллектуальными» линиями связи двенадцать узлов спутникового доступа (УСД), расположенных по всему миру, и обеспечит быстрое соединение сетей общего пользования с мобильными терминалами и мобильных терминалов между собой вне зависимости от их местонахождения. На территории России предполагается строительство одного УСД.

Система ICO планирует предоставить пользователям следующие виды услуг: телеслужбы, услуги транспортной среды, услуги, предоставляемые в системе GSM, услуги по передаче сообщений и роумингу.

Телеслужбы будут предоставлять такие услуги, как цифровая телефония, экстренные вызовы, передача факса группы 3 на скоростях до 14,4 Кбит/с и услуги по передаче коротких сообщений. При этом цифровая телефония будет обеспечивать качество передачи речи, подобное тому, которое обеспечивается существующими стандартами наземной подвижной радиосвязи.

На территории России системой ICO в 2003 году могут пользоваться 450 тысяч абонентов.

СПРС имеют ряд особенностей в технических аспектах их организации, но в сфере пользовательских характеристик и предоставляемых абонентам услуг они во многом похожи на наземные сотовые системы. Это часто позволяет с одного радиотелефона, в зависимости от местонахождения абонента, поочередно осуществлять спутниковую и наземную сотовую связь (роуминг между соответствующими сетями). Передача информации в спутниковых системах ведется в цифровой форме со скоростями 9600–64 000 бит/с.

Помимо дуплексной телефонной связи СПРС обеспечивают предоставление целого ряда сервисных услуг, таких как:

- факсимильная связь;
- электронная почта;
- голосовая почта;
- пейджинговая связь;
- режим приоритетного обслуживания;
- режим персонального радиовызова;
- возможность подключения к радиотелефону портативного компьютера;
- защита информации от несанкционированного доступа;
- определение местоположения мобильного абонента и т. д.

Современные системы подвижной спутниковой связи совместимы с традиционными наземными системами подвижной связи (в первую очередь — с цифровыми сотовыми). При этом взаимодействие сетей подвижной спутниковой радиосвязи

с телефонной сетью общего пользования возможно на любом уровне (местном, внутризоновом, междугородном).

В перспективе, СПРС призваны развивать и дополнять сотовую радиотелефонную связь там, где последняя невозможна или недостаточно эффективна — при передаче информации на большие расстояния, в районах с малой плотностью населения, в морских акваториях и т. п.

Спутниковые навигационные системы

Большой интерес представляют спутниковые системы *определения местоположения* мобильного объекта с большой точностью — в разных режимах погрешности определения координат могут составлять от нескольких сантиметров до нескольких метров. В качестве мобильного объекта может выступать как любое средство передвижения (автомобиль, яхта, самолет и т. д.), так и человек — пользователь системы.

Проект спутниковой сети для определения координат в режиме реального времени в любой точке земного шара первоначально был создан в министерстве обороны США и назван NAVSTAR (NAVigation Satellite with Timing And Ranging — навигационная система определения времени и дальности). Название Global Positioning System (**GPS**) — *система глобального позиционирования* появилось позднее, когда система стала использоваться не только в оборонных, но и в гражданских целях.

Первые шаги по развертыванию навигационной сети были предприняты в середине 70-х, коммерческая же эксплуатация системы в ее современном виде началась с 1995 года. В настоящий момент в сети задействованы 28 спутников, равномерно распределенных по орбитам с высотой 20 350 км (для полнофункциональной работы достаточно 24 спутников). Сеть GPS довольно активно развивается — ежегодный прирост ее абонентов составляет примерно 1 млн приемников.

Базой для определения координат GPS-приемника является вычисление расстояния от него до нескольких спутников, местонахождение которых считается известным (эти данные содержатся в передаваемых со спутников данных). Дальнометрия основана на вычислении расстояния по временной задержке распространения радиосигнала от спутника к приемнику. Если знать время распространения сигнала, то пройденный им путь легко вычислить, просто умножив время на скорость света. При использовании для координации 6–8 спутников (большинство современных аппаратов имеют 12-канальный приемник, позволяющий одновременно обрабатывать информацию от 12 спутников) погрешность местоопределения составляет 3–5 м (высота определяется с точностью около 10 м).

Качественно уменьшить ошибку (до нескольких сантиметров) в измерении координат позволяет режим так называемой *дифференциальной коррекции* (DGPS — *Differential GPS*). Дифференциальный режим подразумевает два приемника, один из которых является стационарным, находится в точке с известными координатами и называется базовым, а второй является подвижным. Данные, полученные базовым приемником, используются для коррекции информации

мобильного приемника. Обычно в качестве базового применяется профессиональный приемник, принадлежащий какой-либо компании, специализирующейся на оказании услуг навигации или занимающейся геодезией. Например, в феврале 1998 года недалеко от Санкт-Петербурга компания «НавГеоКом» установила первую в России наземную станцию дифференциальной GPS. Мощность передатчика станции — 100 Вт (частота 298,5 кГц), что позволяет пользоваться DGPS при удалении от станции на расстояния до 300 км по морю и до 150 км по суше. Но система дифференциальной коррекции требует весьма дорогостоящего оборудования и используется обычно только в системах специального назначения (в обычных бытовых устройствах точность определения места до нескольких сантиметров и не нужна).

В качестве мобильного приемника (навигатора) выступают портативные специализированные устройства либо сотовые телефоны стандартов GSM/CDMA со специальным программным обеспечением или встроенным микрочипом.

Например, *специализированный навигатор* GPS II+ имеет вес 255 г, размеры — 59 × 27 × 41 мм и большой дисплей (56 × 38 мм). При включении навигатора начинается процесс сбора информации со спутников, а на экране появляется простенькая мультипликация (вращающийся земной шар). После первоначальной инициализации (которая на открытой местности занимает пару минут) на дисплее возникает примитивная карта неба с номерами видимых спутников, а рядом — гистограмма, свидетельствующая об уровне сигнала от каждого спутника. Кроме того, указывается погрешность навигации (в метрах) — чем больше спутников видит прибор, тем, разумеется, точнее будет определение координат.

Интерфейс GPS II+ построен по принципу «перелистываемых» страниц (для этого даже есть специальная кнопка PAGE). Выше была описана страница спутников, а кроме нее есть страница навигации, карта, страница меню и ряд других. На странице навигации отображаются: абсолютные географические координаты, пройденный путь, мгновенная и средняя скорости движения, высота над уровнем моря, время движения, а в верхней части экрана — электронный компас.

Пройденный путь отображается на карте, причем ее масштаб можно менять от десятков метров до сотен километров в сантиметре. Удобно также и то, что в памяти прибора имеются координаты основных населенных пунктов земного шара.

Показанный на рис. 17.3 сотовый телефон Benefon Esc! (GSM 900/1800) имеет зашитый в микрочип протокол MPTP (Mobile Phone Telematics Protocol), позволяющий абоненту оперативно вывести на экран информацию о собственном местоположении, а также узнать координаты ближайших сервисных центров. Телефон имеет 12-канальный GPS-навигатор со сменными электронными картами местности.

Автомобильные системы GPS часто включают в свой состав помимо GPS-приемника карту местности, локальный LCD-экран, вмонтированный в переднюю панель автомобиля (иногда на переднем стекле), и пульт. Водитель может ввести пункт назначения, система прокладывает оптимальный маршрут по улицам города, показывает маршрут, дальность, время поездки. Предоставляется и дополнительный сервис: информация об ограничениях движения, о пробках на дорогах и т. п.



Рис. 17.3. Сотовый телефон с функцией GPS

В России в рамках «Межгосударственной радионавигационной программы СНГ на период до 2005 года» создается собственная система спутниковой навигации ГЛОНАСС (ГЛОбальная НАвигационная Спутниковая Система).

Пейджинговые системы связи

Мобильные телефоны, пейджеры изменили стиль жизни деловых людей, позволив им постоянно быть на связи, ни на секунду не отрываясь от развития событий.

Пейджинговые системы являются средствами односторонней радиотелефонной связи и еще недавно были самым популярным и распространенным вариантом систем персонального радиовызова. Сейчас они уступают пальму первенства сотовым радиотелефонам.

Системы персонального радиовызова (радиопоисковой связи) предназначены для оперативного поиска и передачи информации сотрудникам — абонентам этих систем.

Системы персонального радиовызова состоят из центральной приемо-передающей радиоаппаратуры, связанной радиоканалами с миниатюрными приемниками (в общем случае — приемо-передающими устройствами), индивидуально закрепленными за абонентами системы. Абонент, имеющий такой приемник (а он легко размещается в кармане), держит его в дежурном режиме; при поступлении вызова с центрального пульта приемник воспроизводит вибрационный или звуковой сигнал, привлекающий внимание абонента. Абонент включает приемник в рабочий режим и выслушивает или просматривает на миниатюрном дисплее посылаемое ему сообщение.

Системы персонального радиовызова бывают региональными и локальными.

Локальные системы применяются на территории одного предприятия или организации и используют, как правило, низкочастотные радиоканалы (антенна в этом случае представляет собой петлевой вибратор, охватывающий только территорию

предприятия и не создающий радиопомех вне этой территории). У низкочастотных (10–40 кГц) радиопоисковых систем передача информации только односторонняя: от центрального пульта к абонентам.

Примером могут служить отечественные системы «Поиск» на 49 абонентов, «Связь» на 90 абонентов; охват территории до 1 квадратного километра.

Региональные системы используют высокочастотные каналы, в диапазоне нескольких десятков и сотен мегагерц, и охватывают значительно большие территории. Высокочастотные системы бывают двухсторонними (аналог радиотелефонной связи), но чаще всего односторонними.

Массовое развитие региональные системы персонального радиовызова получили в виде пейджинговых систем связи, существенно расширивших сферу их использования, в частности, и на локальные предприятия и организации.

Архитектура и виды пейджинговых систем

Пейджинговая связь с момента своего появления (середина 50-х годов) вызвала неоднозначное восприятие. В ее пользу, безусловно, говорит высокая оперативность и низкая стоимость связи, эффективность использования частотного ресурса. Существенным ее недостатком является то, что она до сих пор является еще односторонним видом связи, что заметно снижает ее надежность.

Но, несмотря на этот недостаток, пейджинговая связь получила в настоящее время поистине массовое распространение. Количество абонентов пейджинговой связи в мире исчисляется десятками миллионов человек; в развитых странах пейджинговой связью пользуется до 20% населения.

Основой пейджинговой системы является пейджинговый терминал — приемопередающее устройство с контроллером, ретранслятором, пультом управления и антенной. Для передачи информации может использоваться телефон, компьютер, клавиатура, а для приема — миниатюрный УКВ-приемник — пейджер (пейджинговые системы работают в диапазоне частот 146–174 МГц).

Каждому пейджеру соответствует отдельный телефонный номер, и для связи с ним нужно просто набрать этот номер и передать сообщение.

В ближайшее время ожидается появление двухсторонних пейджеров, которые позволят не только получать сообщение, но и посылать сигнал о приеме информации и короткие кодированные ответы.

Современный уровень технологии позволяет построить пейджинговую систему любого размера: от офисной до общегосударственной.

Наиболее характерны три вида этих систем: корпоративные, локальные и региональные.

Корпоративные пейджинговые системы предназначены для организации связи внутри офиса, здания, отдельного предприятия и на прилегающих к нему территориях. Типичные примеры их применения — большие офисы, гостиницы, больницы, аэропорты. Они позволяют быстро передать информацию любому сотруднику, имеющему пейджер, независимо от его местонахождения.

Основа системы — контроллер — преобразует передаваемую информацию в специальные сигналы и управляет маломощным радиопередающим устройством с выходной мощностью, как правило, до 5 Вт. Для ввода сообщения в таких системах часто применяется встроенная в контроллер клавиатура, но могут использоваться номеронабиратели телефонов с тональным набором и персональные компьютеры. С номеронабирателя телефонного аппарата можно вводить только цифровую информацию. Наиболее эффективно использование для ввода информации персональных компьютеров, подключенных к корпоративной компьютерной сети организации. В последнем случае при наличии специального программного обеспечения можно, не прибегая к помощи оператора, отправлять на пейджер сообщения, полученные в адрес абонента по факсу или по электронной почте.

Локальные пейджинговые системы имеют радиус действия десятки километров и большое количество (до нескольких тысяч) абонентов. Выходная мощность передатчиков таких систем достигает 150–300 Вт. Они оборудованы эффективными антеннами с большой высотой установки. Сообщения принимаются операторами по телефону и вводятся с помощью пультов. Как и в корпоративных системах, возможен ввод информации, минуя операторов, с телефонных номеронабирателей с тональным вводом и из персональных компьютеров. Для передачи полученных в адрес клиента коротких факс-сообщений и сообщений электронной почты часто имеются специальные входы с автоматическим донабором адресной информации.

Региональные пейджинговые системы охватывают еще большую территорию и поэтому являются многозоновыми системами с несколькими пейджерными терминалами. Такие системы имеют наиболее развитые функциональные и сервисные возможности и, как правило, являются открытыми системами общего пользования.

Протоколы и операторы пейджинговой связи

Передача данных в пейджинговых системах строится на различных протоколах обмена.

Первым протоколом, разработанным для них, был протокол **Two Tone** (два тона), основанный на посылке сигнала в виде комбинации двух частот. Пейджер для такого протокола представлял собой обычный радиоприемник частотно модулированного сигнала с фиксированной настройкой на определенные частоты (эта конкретная комбинация частот и соответствовала номеру вызываемого пейджера). Этот протокол обеспечивал только короткую звуковую сигнализацию вызова и позволял обслужить лишь небольшое количество абонентов.

Из большого числа разработанных позднее протоколов наиболее удачным явился протокол **POCSAG**, одобренный и принятый в качестве стандартного МККТТ; он получил широкое распространение во всем мире. Этот протокол обеспечивает обслуживание до 2 млн абонентов и позволяет передавать не только тональные, но и текстовые кодированные сообщения. Скорость передачи информации составляет 512, 1200 и 2400 бит/с. Благодаря стандартизации протокола и его широкому применению, легко решаются вопросы роуминга — разные компании-операторы без особых проблем могут передавать и переадресовывать клиентов друг другу.

В Санкт-Петербурге большинство действующих пейджинговых операторов используют протокол POCSAG: «Неда-Пейджинг», «Пейджнет» (торговая марка «Экском»), «Экспресс», «ПТ-Пейдж», FCN, BBG, «Мобил ТелеКом» (Mobile TeleCom), «Малтитон Далс», «Вессо Телеком», «Камертон», «ПейджерКом».

Единственной петербургской компанией, взявшей на вооружение другой протокол, а именно протокол **RDS** (Radio Data System), является компания «ПейджерКом». Протокол RDS использует для передачи сообщений сеть радио и телевидения. «ПейджерКом», в частности, базируется на поднесущей вещательной частоте «Радио Максимум» (отличительная особенность этого стандарта). Пейджеры, ориентированные на этот протокол, представляют собой радиоприемники, работающие с частотно модулированными сигналами и отслеживающие сигналы, передаваемые в RDS-диапазоне. Вообще говоря, протокол RDS разрабатывался изначально для систем радиовещания с целью автоматизации настройки на радиостанцию и отображения результатов этой настройки (названия радиостанции и ее рабочей частоты), что было особенно важно для автомобильных приемников. В дальнейшем своем развитии протокол позволил выполнять более десятка различных сервисных функций, весьма полезных для автомобильного приемника:

- PI – Programme Indication – отображение на дисплее приемника названия и рабочей частоты радиостанции;
- PSN – Programme Service Name – информирование о характере программ, передаваемых радиостанцией;
- TP – Traffic Programme identification – информирование о порядке организации движения на трассе;
- TA – Traffic Announcement signal – информирование об изменении обстановки на дороге и многие другие функции;
- RP – RadioPaging, радиопейджинг.

Поэтому функцию пейджера в протоколе RDS может выполнять автомобильный радиоприемник, а может и специальный портативный аппаратик. В нашей стране наибольшее развитие получили пока только две RDS-функции: PI и RP, то есть индикация принимаемой программы и передача пейджинговых сообщений. Однако все больше радиостанций, ведущих стереофоническое радиовещание в диапазоне 66–108 МГц (частотный диапазон пейджингового стандарта RDS), проявляют интерес к более полной реализации данного протокола, а пейджинговые компании, работающие в этом стандарте, образовали ассоциацию, позволившую создать единое роуминговое пространство, уже охватившее десятки городов СНГ. За рубежом в ряде городов (Франкфурте на Майне, например) уже существуют системы автоматического управления автомобилем на основе протокола RDS – во время движения автомобиля пассажиры отдыхают, наслаждаясь аудио- или видеопрограммами, а «автопилот» по заложенному в память компьютера маршруту ведет машину и лишь при приближении сложных дорожных ситуаций предупреждает человека о необходимости взять управление на себя.

На сегодняшний день разработаны новые высокоскоростные протоколы для пейджинговой связи, которые постепенно вводятся в эксплуатацию. Наиболее интересным и перспективным, активно используемым во многих странах, явля-

ется протокол **FLEX** (Flexible wide-area protocol; flexibility — гибкость), обеспечивающий скорость передачи до 6400 бит/с. Модификации этого протокола гораздо более интересны: протокол **ReFLEX** дает возможность двухсторонней передачи, то есть владелец пейджера может не только принимать сообщение, но и давать подтверждение о его получении, либо кратко ответить с помощью заранее предусмотренного кода. Максимальная скорость передачи по этому протоколу составляет 25,6 Кбит/с. Протокол **InFLEXion** отличается еще большей скоростью передачи — до 112 Кбит/с.

В Санкт-Петербурге, да и во всей Европе, первой протокол FLEX начала использовать компания FCN.

Почти аналогичный ReFLEX двунаправленный протокол разработан для военных целей израильской фирмой Nexus, обеспечивающий скорость передачи до 3200 бит/с; ныне стандарт рассекречен и по данному протоколу планирует работать новая петербургская компания «Пейджнет».

Конкурентом FLEX является и скоростной протокол **ERMES** (European Radio Message System), утвержденный в 1992 году Европейским институтом телекоммуникационных стандартов в качестве единого европейского стандарта с ограничением на строго определенные диапазоны частот: 169, 425–469, 800 МГц и скоростей передачи до 6400 бит/с. К сожалению, в России диапазон частот 169 (169,4–169,8), используемый ERMES в Европе, занят другими службами и его высвобождение связано с большими организационными и финансовыми затратами, кроме того, этот протокол имеет плохую совместимость с широко распространенным у нас протоколом POCSAG.

Сказанное выше становится актуальным в связи с тем, что созданная в 1993 году Единая пейджинговая система России (ЕПСР), объединяющая сейчас свыше ста городов, опирается на устаревший протокол POCSAG, и имели место активные дебаты о новом протоколе, который будет положен в основу этой системы (в перспективе — FLEX).

С точки зрения технической политики, России как европейскому государству следует ориентироваться на европейский стандарт. Поэтому, несмотря на упомянутые выше трудности с внедрением стандарта ERMES, решением Министерства связи России предусмотрено использование этого стандарта в ЕПСР. Компания Ericsson уже поставила в Россию пейджинговую систему T стандарта ERMES, которая поддерживает текстовый пейджинг с использованием символов кириллицы и режим прозрачной передачи данных (без их перекодирования). Система должна охватывать пейджинговой связью Москву, Санкт-Петербург и еще 13 городов России. Пейджинговые центры рассчитаны на 40 000 абонентов в каждом городе с возможностью расширения.

Но в мае 1997 года Государственный комитет по электросвязи РФ утвердил новую концепцию развития сетей персонального радиовызова, в которой широко представлен протокол FLEX (включая ReFLEX и InFLEXion). Согласно этой концепции, FLEX является перспективным высокоскоростным стандартом, приемлемым для России.

Модели пейджеров

Пейджеры бывают тоновые, цифровые и текстовые.

Тоновые пейджеры самые простые, дешевые и малогабаритные (размером со спичечный коробок); они только извещают абонента о вызове вибрационным, звуковым или световым сигналом, при этом тип оповещательного сигнала может условно кодировать одно из четырех заранее выбранных абонентом сообщений: позвонить в голосовой почтовый ящик, позвонить в офис, позвонить домой и т. п. В настоящее время модели на основе тональных форматов кодирования применяют редко, но на отечественном рынке еще можно встретить тоновые пейджеры, например PRG 1012 фирмы Philips.

Цифровые пейджеры более совершенные; они обычно имеют дисплей (на 10–20 символов) и оперативную память (на 80–200 символов или 8–20 сообщений); на дисплей может быть передано цифровое сообщение (номер телефона, по которому нужно позвонить; время некоторого заранее обусловленного события; курс акций и т. п.). Цифровой пейджер удобно использовать совместно с голосовым почтовым ящиком (ГПЯ), организуемым практически в каждой пейджинговой системе — в таком случае на пейджер выдается сообщение о поступлении в ГПЯ информации в адрес абонента. Эту информацию абонент может получить, позвонив в «почтовый ящик» с любого близлежащего телефона (доступ в ГПЯ, естественно, конфиденциальный — по идентификатору и/или паролю). Пример: Philips PRG 1068, NEC PN3PV-4C, Bravo Plus, Life Style — последние три выпускаются фирмой Motorola.

Текстовые пейджеры — самые совершенные. Модели текстовых пейджеров весьма разнообразны: многие из них выводят сообщение на дисплей на русском языке, некоторые — только на английском; они имеют часы, будильник, систему регистрации даты и времени поступления сообщения. Текстовый пейджер способен служить записной книжкой, ежедневником с системой таймеров, оповещающих о времени намеченной встречи или телефонного звонка.

Самыми популярными и распространенными текстовыми пейджерами являются пейджеры Motorola Advisor (в том числе и их модификации Motorola Advisor Latin, Cyrillic, Linguist, Prestige).

Многоязычные (поддерживают более 40 языков) пейджеры Motorola Advisor Linguist работают в диапазонах частот 138–174 МГц (модель A03TQB5962AA) или 408–512 МГц (модель A04TQB5962AA) со скоростями 512, 1200, 2400 бит/с, имеют память емкостью 6400 символов (до 10 автоматически сохраняемых сообщений), максимальная длина одного принимаемого сообщения равна 1984 символам, четырехстрочный дисплей (по 20 символов в строке); размеры пейджера 8,58 × 5,9 × 1,98 см, вес 116,6 г.

Широко используются также текстовые пейджеры:

- фирмы NEC: NEC Mini — память на 16 сообщений по 120 знаков, двуязычный (и на русском, и на английском языке); NEC 21A Maxima имеет расширенную память на 231 сообщение по 2000 символов в каждом, причем, подобно компьютеру, реализует хранение информации по файлам и папкам; имеет электронную «записную книжку» с функцией напоминания в заданное время о намеченных звонках, встречах; NEC SAM;

- фирмы Philips: Philips Fiori, PRG 2310 (Messenger LUX), PRG 2220;
 - фирмы Motorola: Motorola Scriptor (LX 1 и LX 2), Мемо и Bravo Express и т. д.
- Характеристики некоторых текстовых двужычных (русский и английский) пейджеров приведены в табл. 17.3.

Таблица 17.3. Текстовые пейджеры для стандарта POCSAG

Модель пейджера	Philips Fiori	OI Electric PB2402	Supervisor	NEC 21A Maxima	Motorola Advisor Linguist
Объем памяти (символов)	2400	24 000	33 000	18 000	6400
Символов на дисплее	1 × 20	4 × 16	4 × 20	4 × 22	4 × 20
Будильник	+	+	+	+	+
Размеры, мм	59 × 46 × 13	75 × 54 × 19	69 × 49 × 18	89 × 56 × 18	86 × 59 × 19
Вес, г	42	50	65	90	116

Первый российский текстовый пейджер Лира РП-201С подготовил к выпуску Ижевский радиозавод: пейджер работает на частоте от 88 до 108 МГц, имеет двухстрочный дисплей, умеет запоминать до 60 полученных сообщений.

Для протокола FLEX модели пейджеров самые малогабаритные. Они выпускаются, в частности, фирмой Motorola:

- голосовой пейджер Tenor;
- цифровые — Renegade FLX (имеет 12-символьный дисплей и хранит до шестнадцати 20-символьных сообщений), Bravo FLX, Ultra Express FLX;
- текстовые — Advisor Gold FLX (имеет память на 30 000 символов, четырехстрочный дисплей на 80 символов; обеспечивает хранение 19 входных сообщений и 21 сообщения в записной книжке, способен работать по трем информационным каналам); Wordline FLX (может принимать и хранить до 16 сообщений общей длиной 2000 символов, работает по двум информационным каналам).

Прошла презентация и коммуникатора для двухстороннего пейджинга Motorola PageWriter 2000. С помощью компактного 200-граммового устройства можно принимать и отправлять электронную почту и упорядоченно хранить сообщения (каждое — до 300 Кбайт). Устройство имеет большой экран, флэш-память, 300-килобайтовое ОЗУ, миниатюрную QWERTY-клавиатуру и джойстик, встроенный инфракрасный порт и др.

Сервисные услуги пейджинговой связи

Короткие информационные сообщения целесообразно передавать непосредственно на пейджер, для передачи более длинных следует использовать голосовой почтовый ящик (ГПЯ). В последнем случае следует набрать телефонный номер

пейджера и продиктовать сообщение, как на автоответчик. Тогда, помимо появления сообщения на экране пейджера, оно записывается и хранится в ГПЯ; его можно прослушать в любой удобный момент, набрав телефонный номер и установленный вами код доступа (пароль).

Информация может передаваться на пейджер:

- непосредственно с тонального номеронабирателя телефона;
- задиктовываться в микрофон телефона с последующей передачей через оператора или диспетчера;
- вводиться из внешнего канала связи или из компьютера (через модем).

При передаче в эфир сообщения кодируются, поэтому их невозможно подслушать; оцифровка голоса и обратное восстановление оцифрованного голоса может выполняться непосредственно модемом, например факс-модемом Zoom VFDXV.32bis.

Тональный набор номера, при котором каждой набираемой цифре соответствует определенный звуковой тон, есть у многих современных телефонных аппаратов и уличных таксофонов, работающих с магнитными картами. Для ТА с импульсным набором подходит телефонная приставка-преобразователь (бипер).

Сервисные услуги, получаемые пейджером, зависят от оператора, которым он обслуживается. Многие современные компании-операторы предоставляют следующие дополнительные услуги:

- роуминг с другими операторами пейджинговой связи, в том числе за рубежом;
- возможность работы в информационных компьютерных сетях;
- подключение пейджера к порту компьютера;
- передача данных на пейджер по каналу связи, минуя оператора;
- голосовая почта с длительным хранением голосовых сообщений;
- возможность организации персонального автоответчика;
- возможность получения сообщений по факсу и по электронной почте;
- повтор сообщений через заранее оговоренные интервалы времени;
- передача отложенных сообщений и с отсрочкой (в назначенное время);
- перевод сообщений на заранее указанный язык;
- напоминание в нужное время о неотложных делах (функции секретаря);
- передачу сообщений сразу группе абонентов;
- дублирование поступивших на пейджер сообщений на факс и/или электронный почтовый ящик абонента;
- получение информации о срабатывании охранной сигнализации квартиры, офиса, машины при условии подключения этой сигнализации к какому-либо телефону или радиотелефону;
- при двухсторонней связи возможность включения и отключения сигнализации, других элементарных операций управления;
- отключение пейджера на время отсутствия абонента с накоплением всех сообщений в памяти оператора;

- автоматическая сигнализация о выходе пейджера из зоны обслуживания оператором;
- передача оперативных новостей: итоги валютных торгов и другие финансовые новости, прогнозы погоды в разных регионах, транспортная хроника, юридическая информация, анонсы концертов и дискотек и т. д. по нескольким информационным каналам.

Чтобы стать абонентом системы пейджинговой связи, нужно:

- выбрать компанию-оператора пейджинговой связи,
- выбрать пейджер.

При выборе пейджингового оператора следует учесть:

- зону действия оператора (охватываемую им территорию) и наличие роуминга с другими регионами;
- протокол, по которому работает оператор, и его скорость передачи данных;
- сервисные услуги, предоставляемые оператором, и их стоимость;
- стоимость подключения и месячной абонентской платы;
- возможности и стоимость используемых в выбираемом протоколе пейджеров.

Например, пейджинговая система «Неда-Пейджинг», мощные ретрансляторы которой расположены во всех районах Санкт-Петербурга (в том числе и на башне петербургского телецентра) и в области (от Выборга до Гатчины и Ладожского озера), обеспечивает уверенный прием информации на улице, в помещении и в автомобиле; предоставляет роуминг с Москвой и Нижним Новгородом, а также подключение к информационной системе агентства Reuters. «Неда-Пейджинг» предоставляет возможность получать сообщения электронной почты (в том числе со своего персонального компьютера), факсимильную информацию, информацию от системы охранной сигнализации офиса, квартиры, автомашины; в определенное время ведется оперативная передача биржевых и коммерческих новостей (курсов валют по итогам торгов на ММВБ и СПВБ, курсов обмена валюты в банках Санкт-Петербурга и т. д.). Имея систему Page Card, можно всю эту информацию записывать на диск портативного персонального компьютера.

Пейджер **полезен** лично абоненту, так как:

- отпадает необходимость дежурить у телефона в ожидании нужного звонка;
- появляется возможность поддерживать постоянную связь с друзьями, родными и близкими вам людьми;
- гарантируется своевременность получения подсказки о необходимости поздравить ваших друзей, родных и близких;
- появляется возможность избежать разговора с неприятным вам человеком;
- несомненным удобством является запись на пейджер списка очередных дел или очередных покупок;
- появляется возможность использования пейджера в качестве надежного будильника.

Пейджер полезен для ведения бизнеса абонента, так как он предоставляет возможности:

- оперативно получить важную информацию, которая позволит принять верное решение;
- контактов с клиентами и партнерами в любое время и в любом месте;
- своевременного получения сообщения об отмене или переносе деловой встречи и т. д.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте краткую характеристику систем сотовой радиотелефонной связи.
2. Назовите существующие поколения сотовой радиотелефонной связи и поясните методы доступа к каналам связи, в них заложенные.
3. Назовите основные стандарты сотовой радиотелефонной связи и их отличительные особенности.
4. В чем основные достоинства цифровых стандартов сотовой радиотелефонной связи GSM и CDMA?
5. Поясните сервисные услуги, оказываемые абонентам сотовой радиотелефонной связи.
6. Дайте краткое описание службы SMS, WAP-технологии и интеллектуальных сотовых телефонов.
7. Дайте краткую характеристику систем транкинговой радиотелефонной связи.
8. Назовите основные аналоговые и цифровые стандарты транкинговой радиотелефонной связи и их отличительные особенности.
9. Дайте краткую характеристику систем персональной спутниковой радиотелефонной связи.
10. Что такое спутниковые навигационные системы и каковы их возможности?
11. Дайте краткую характеристику систем пейджинговой связи и ее протоколов.
12. Дайте классификацию моделей пейджеров и поясните их возможности.
13. Дайте краткую характеристику сервисных услуг пейджинговой связи.

Глава 18 Компьютерные системы оперативной связи

Сегодня любая солидная организация должна иметь в своем распоряжении несколько компьютеров, объединенных в локальную корпоративную сеть, несколько факсимильных аппаратов и много телефонов, работающих под управлением офисной АТС, модемную связь для передачи данных, электронную почту, выход в сеть Интернет и т. д. И для всех фирм остро стоит проблема организации оперативной, высокоскоростной, многофункциональной и качественной связи со своими партнерами, сотрудниками, потребителями товаров и услуг.

Компьютерная телефония

Интеграцию и организацию эффективного взаимодействия разнородных локальных информационных инфраструктур в единую информационную телекоммуникационную сеть позволяют выполнить *системы компьютерной телефонии*.

Компьютерной телефонией называют технологию **СТІ** (Computer Telephony Integration, интеграция компьютеров и телефонии), в которой компьютерные ресурсы применяются для выполнения исходящих и приема входящих звонков и для управления телефонным соединением.

Компьютерная телефония на наших глазах становится всепроникающей телекоммуникационной технологией. За рубежом без применения этой технологии не обходится ни один уважающий себя офис.

Но дело, разумеется не только и не столько в престижности и своеобразной моде на новую технологию. Главная причина ее популярности состоит в том, что ее применение позволяет весьма существенно повысить производительность труда офисных работников и предоставить клиентам офиса целый спектр новых услуг.

Просто подсоединив телефонную линию через модем к работающему компьютеру, можно превратить последний в автоответчик, устройство автоматического

набора номера, факсимильный аппарат. Более того, он будет регистрировать телефонные звонки, автоматически определяя номер звонящего абонента, следить и регистрировать поступающие факсы, находить последние записи о контактах со звонящим абонентом.

Для реализации компьютерной голосовой связи по телефонной линии необходимо иметь:

- голосовой (voice) модем, к одному из входов которого подключается телефонная линия;
- звуковую карту и акустическую систему или наушники;
- микрофон (микрофон и наушники может заменить телефонный аппарат, желательно с тональным набором, подключаемый ко второму входу модема; тональный набор необходим, поскольку многие сервисы работают только с ним).

Программное сопровождение СТИ поддерживают продукты многих фирм:

Корпорация Microsoft в операционные системы Windows 9x, Windows NT/2000/XP интегрировала интерфейс прикладного программирования для телефонии TAPI (Telephony API), который позволяет подключать ПК, работающие под управлением Windows, к системам передачи голосовой информации — аналоговым телефонным каналам, офисным АТС и т. д. Благодаря этому абоненты получают возможность сочетать речевые переговоры с обменом компьютерными данными. Интерфейсы начиная с TAPI 2.0, входящие в состав СОС Windows NT/2000 Server, поддерживают много сервисных возможностей, включая создание *центра телефонного обслуживания*;

Компания Novell и корпорация AT&T создали интерфейс NetWare TSAPI (Telephony Services API).

Фирма AnswerSoft предложила систему Universal TAPI Service Provider для подключения к ПК офисной АТС, систему InterSoft Sixth Sense («Шестое чувство») — для автоматизации процедур обработки вызова и SoftPhone Agent — агент центра обслуживания;

Фирма Callware Technologies разработала программы: Phonetastic — обслуживания телефонных вызовов, Callware Series 5 — систему голосовой почты, Callware Viewpoint — отображения голосовых сообщений на экране ПК, и т. д.

Наиболее интересные возможности компьютерной телефонии открываются при создании **центра телефонного обслуживания**, представляющего собой серверное приложение, позволяющее с использованием АОН сопоставить телефонный номер вызывающего абонента с имеющейся о нем информацией в базе данных системы и найденные там сведения вывести на экран монитора, избавляя абонента от необходимости задавать лишние вопросы клиенту.

Работа систем компьютерной телефонии может быть основана на использовании голосовых меню: абонент прослушивает сообщение о том, какие варианты процедур ему доступны в данный момент и какие действия ему следует выполнить

для выбора того или иного варианта. Выбор осуществляется вводом определенной цифры или комбинации цифр на клавиатуре ПК, телефонном аппарате, подключенном к компьютеру, или произнесением определенной команды.

Перечислим возможные направления применения компьютерной телефонии в современном офисе.

- ❑ Единая среда обмена сообщениями. Обеспечивает единообразный доступ к сообщениям разных видов: голосовых, факсимильных, электронной почты и т. д. Имеется возможность просмотра сообщений в рамках одного меню. Форму ответа допускается выбирать любую.
- ❑ Голосовая почта. Организация системы голосовых почтовых ящиков для клиентов, где можно оставлять голосовые сообщения при отсутствии клиента на месте. Прослушивать сообщения можно как со своего рабочего места, так и с любого другого телефона, позвонив по определенному номеру и набрав личный код — пароль.
- ❑ Электронный офис. Компьютер осуществляет переключение звонков на рабочие места сотрудников, предоставляет услуги голосовой почты, выполняет рассылку факсимильных сообщений и выдает клиентам информацию о фирме.
- ❑ Системы автоматической рассылки факсов по номерам телефонов из заранее заготовленного списка и системы вызова интересующей клиента информации по факсимильной связи.
- ❑ Интерактивные голосовые системы доступа к базам данных. Средства удаленного доступа к базам данных на основе голосового меню. Система компьютерной телефонии формирует запрос к корпоративной базе данных, получает ответ и озвучивает его абоненту либо посылает факсом.
- ❑ Сервисное обслуживание телефонной связи. Система оптимальной организации очередей звонков, правильная адресация звонков по электронным справочникам, предоставление абонентам всей необходимой информации о клиенте, например АОИ, и т. п.
- ❑ Электронный секретарь.
- ❑ Организация видеоконференций.

И так далее.

В последние годы прослеживаются две основные тенденции компьютерно-телефонной интеграции:

- ❑ телефонная связь все в большей степени приобретает черты средства удаленного доступа к данным;
- ❑ персональный компьютер все в большей степени пытается заменить телефонный аппарат, что позволяет говорить о появлении своеобразных информационных мультимедийных станций.

Традиционные телефоны постепенно уступают место компьютерным терминалам, способным за кратчайшее время соединить вас с далеким или близким собе-

седником по компьютерным сетям, в частности, по сети Интернет, на чем экономятся, кстати, немалые деньги.

Интернет-телефония

Интернет-телефония (IP-телефония) является одним из важнейших направлений компьютерной телефонии, предназначенным для передачи голоса, данных и видео по каналам глобальной сети Интернет. В 1995 году появились первые программные продукты, поддерживающие голосовое общение через Интернет, которые позволяли осуществлять полудуплексную связь только между двумя компьютерами, имеющими одинаковые телефонные интерфейсы. Современные технологии интернет-телефонии поддерживают дуплексную связь, предоставляют пользователю удобный графический интерфейс и даже обеспечивают возможность проведения телеконференций.

Для передачи по Интернету голосового трафика его надо оцифровать, закодировать, поместить в пакеты данных, передать пакеты по сети, собрать пакеты на принимающем узле, декодировать и воспроизвести.

При организации телефонных переговоров по вычислительным сетям необходимо передавать два типа информации:

- командную;
- речевую.

К командной информации относятся сигналы вызова, разъединения, а также другие служебные сообщения.

Сложность реализации систем интернет-телефонии состоит в том, что технология передачи голоса по телефону принципиально отличается от принципов передачи данных по сети Интернет. Реализовать передачу голоса в канале, рассчитанном на пакетную передачу данных, на высоком уровне непросто. Качественная передача голоса зависит от трех составляющих:

- качества кодирования голоса и размещения голосового трафика в пакетах;
- качества передачи пакетов в сети;
- успешности восстановления голосового трафика по полученным пакетам.

Оцифровку и кодирование голосового трафика в системах выполняют специализированные адаптеры — шлюзы.

Шлюз (gateway) или телефонный сервер (ITS, Internet Telephony Server) — устройство, которое осуществляет преобразование управляющей информации и данных, поступающих из одной сети (например телефонной) в пакеты сети Интернет и обратно. Причем такое преобразование не должно значительно исказить исходный речевой сигнал, а режим передачи должен обеспечить обмен информацией между абонентами в реальном масштабе времени. Популярным шлюзом является, например, VocalTech Gateway. Главные задачи шлюза — обеспечение качественного дуплексного телефонного общения абонентов в режиме

пакетной передачи и коммутации цифровых сигналов — сохраняются. Шлюз может использоваться и при наличии компьютерного терминала, выполняя при этом более качественное преобразование.

Более полно основные функции, возложенные на шлюз, состоят в следующем:

- реализация физического интерфейса с коммуникационной сетью;
- детектирование и генерация сигналов абонентской сигнализации;
- преобразование сигналов абонентской сигнализации в пакеты данных и обратно;
- оцифровка и кодирование голосового трафика с использованием стандартных речевых кодеков (вокодеров) и специальных анализаторов (например классификаторов — блоков определения голосовой активности, таких как Voice Activity Detector — VAD). На приемной стороне — восстановление аналогового сигнала;
- сжатие (компрессия) кодированного голосового трафика с целью сужения его частотного спектра и ускорения передачи по сети. На приемной стороне — декомпрессия трафика;
- упаковка голосового трафика в пакеты данных и обратная операция;
- соединение абонентов;
- передача по сети сигнализационных и голосовых пакетов;
- разъединение связи.

Большая часть функций шлюза реализуется в процессах прикладного уровня.

Основные факторы, влияющие на снижение качества передачи пакетов:

- задержка — время ожидания доставки пакета информации от одного абонента другому. Для передачи голоса время задержки является критическим фактором: допустимое время задержки 250–300 мс, превышение этого значения уже не позволяет вести голосовое общение в реальном времени. Сокращению задержек способствует оптимальный выбор маршрута — каждый маршрутизатор приостанавливает продвижение пакета примерно на 10 мс;
- искажения пакетов, которые бывают довольно редко и только при большом уровне помех или неисправностях аппаратуры;
- потеря пакетов и перестановка их во времени.

Рассмотрим последний фактор чуть более подробно.

Базовый протокол сети Интернет — Internet Protocol (IP). Это протокол сетевого уровня, который обеспечивает маршрутизацию пакетов в сети. Он, однако, не гарантирует надежную доставку пакетов, поскольку канал Интернет характеризуется:

- текущей пропускной способностью, определяемой пропускной способностью наиболее медленного звена виртуального канала в данный момент времени;
- неравномерностью во времени трафика, также являющейся функцией времени;

- задержкой пакетов, зависящей от трафика, длины проходимого пути, реальных физических свойств локальных каналов передачи, образующих в текущий момент времени виртуальный канал, задержек на обработку сигналов, возникающих в речевых кодеках и других устройствах шлюзов — все это также обуславливает зависимость задержки от времени;
- потерей пакетов, обусловленной наличием «узких мест» в виртуальном канале, очередями;
- перестановкой во времени пакетов, поступивших разными путями.

То есть виртуальный канал Интернета — сугубо нестационарная система. Пакеты в нем могут искажаться, задерживаться, передаваться по различным маршрутам (а значит иметь различное время передачи) и т. п.

На основе IP работают протоколы транспортного уровня Transport Control Protocol (TCP) и User Datagram Protocol (UDP).

Основное требование к передаче командной информации — отсутствие ошибок передачи. Откуда вытекает необходимость использовать достоверный протокол доставки сообщений. Обычно в качестве такого протокола служит TCP, обеспечивающий гарантированную доставку сообщений. К сожалению, время пересылки сообщений при использовании этого протокола не является стабильным, так как при выявлении ошибок сообщение передается повторно. Таким образом, длительность служебных процедур может бесконтрольно увеличиваться, что недопустимо, например, для этапа установления соединения, а также для некоторых процедур, связанных с передачей по сети телефонных сигналов. Важной проблемой является создание достоверного механизма передачи, который не только гарантирует безошибочную доставку информации, но и минимизирует время ее доставки при появлении ошибок.

При передаче речевой информации проблема времени доставки пакетов по сети становится основной. Это вызвано необходимостью поддерживать общение абонентов в реальном масштабе времени. В таком режиме использование повторных передач недопустимо, и, следовательно, для речевых пакетов приходится прибегать к «недостоверным» транспортным протоколам, например UDP. При обнаружении ошибки передачи факт ошибки фиксируется, но повторной доставки для ее устранения не производится. Пакеты, передаваемые по протоколу UDP, могут теряться. В одних случаях это может быть связано со сбоями оборудования. В других — с тем, что «время жизни» пакета истекло и он был уничтожен в одном из маршрутизаторов. При потерях пакетов повторные передачи также не организуются.

Существуют протоколы, позволяющие имитировать потерянные пакеты при декодировании, производя интерполяцию данных, но их возможности не безграничны, и потери данных более 10% невосполнимы.

Все системы IP-телефонии условно можно разделить на базовые схемы:

- голосовые соединения между двумя компьютерами;
- голосовые соединения через Интернет без использования компьютера.

Голосовые соединения между двумя компьютерами имеют два варианта реализации:

- *программный*, когда все процедуры преобразования трафика выполняет персональный компьютер со встроенной звуковой картой и модемом;
- *программно-аппаратный*, когда в компьютер устанавливается специализированный цифровой сигнальный процессор (Digital Signaling Processor, **DSP**), берущий выполнение этих функций на себя, освобождая тем самым компьютер для другой работы.

Первый вариант нашел воплощение во множестве программных продуктов, выпускаемых различными фирмами. Среди них и известная программа NetMeeting фирмы Microsoft, которая, помимо прочего, позволяет проводить телеконференции.

Второй вариант также в настоящее время достаточно широко распространен. Первые программы, его поддерживающие, появились несколько лет назад и были реализованы на основе плат DSP фирмы Dialogic и программного обеспечения, разработанного фирмой VocalTech.

Голосовые соединения по схеме *Телефон — Интернет — Телефон* выполняются с использованием адаптера, подключаемого к телефонной линии на стороне абонента (непосредственно к телефонному аппарату или АТС), обеспечивающего дозвон и соединение с провайдером, запрос на связь, а иногда и оцифровку и восстановление голосового трафика. Причем адаптеры и их программная поддержка у обоих взаимодействующих абонентов должны быть одинаковыми. Популярными адаптерами являются адаптеры фирм Arlio, представляющие собой небольшую коробочку, содержащую модем и аппаратный кодек, и Kortex International, конструктивно выполненные аналогично и включающие в свой состав модем, факс-сервер и автоответчик. Вход в Интернет выполняется через шлюз, берущий на себя функции оцифровки-восстановления (если надо), сжатия голосового трафика, его упаковки-распаковки в пакеты и формирования всех управляющих сигналов для связи с сетью.

Интернет-провайдеры, предоставляющие услуги IP-телефонии, до недавнего времени активно работали только в США, а у нас в стране отсутствовали, но за последние три года активно стали создаваться и у нас. Известным провайдером интернет-телефонии является, например, компания «Ситек», имеющая точки входа во многих городах страны (естественно, и в Санкт-Петербурге). Большим преимуществом этой компании является возможность через нее подключиться к *мировой сети IP-телефонии* американской компании Delta Tree, реализующей передачу голосового трафика по создаваемым ею выделенным виртуальным каналам Интернета, обеспечивая тем самым очень высокое качество связи.

Основное достоинство интернет-телефонии заключается в чрезвычайной дешевизне ее услуг, особенно при звонках на большие расстояния. Так, из Санкт-Петербурга разговор по IP-телефону в Москву обойдется примерно в два раза дешевле, а звонок в Австралию — в шесть раз дешевле, чем по обычной междугородной и международной связи.

По прогнозам агентства ProbeResearch, к 2005 году трафик IP-телефонии составит 44% международного трафика в мире, а в США, например, уже в 2002 году около 20% и внутреннего телефонного трафика проходило через Интернет.

Компьютерная видеосвязь

Рекламный ролик еще конца 60-х годов на всемирной выставке. Элегантно одетая домохозяйка — в вечернем платье и на высоких каблуках, не выходя из своей суперавтоматизированной кухни, выбирает по видеотелефону мебель, покупает к обеду свежие овощи или критикует новую стрижку своей подруги. Увы, пока даже сегодня реализация таких возможностей весьма затруднительна. Но в ближайшем будущем?

Сейчас уже реально, а кое-где и повседневно, вести разговор с партнером по видеотелефону, то есть при разговоре видеть своего собеседника. Один из первых в мире сотовых видеотелефонов VisualPhone, например, был выпущен японской компанией Куосега в 1999 году: он весил 165 г, имел видеокамеру и двухдюймовый цветной дисплей, поддерживал передачу видеоданных со скоростью 32 Кбит/с с частотой 2 кадра в секунду.

Реальна и организация совместной дистанционной работы нескольких пользователей с документами и приложениями в составе группы или при использовании удаленного доступа из домашних офисов (данный способ эффективно используется в тех фирмах, в которых широко практикуется надомный труд специалистов, а таких фирм становится все больше и больше). Реально проведение по видеосвязи консилиумов, взаимных консультаций, семинаров, дистанционного обучения с демонстрацией необходимых графических и видеоматериалов (например, при помощи программного обеспечения NetMeeting) и т. п.

Возможно и реально в системах видеосвязи уже очень многое. Но есть и трудности, особенно при проведении видеоконференций, а именно видеоконференции сейчас чаще всего рассматриваются как наиболее перспективный и экономически целесообразный вариант видеосвязи.

Видеоконференция или видеоконференцсвязь (Videoconferencing) — обмен оцифрованными видеоизображениями и звуком между двумя или более удаленными сторонами. Передаваемые данные могут включать в себя потоки видео, неподвижные изображения объектов, информацию из графиков, файлов или приложений. Это позволяет участникам конференции слышать, видеть своих собеседников и сотрудничать с ними в реальном времени.

Варианты сетевого решения видеоконференций

Видеоконференции принято классифицировать по числу связей, поддерживаемых одновременно с каждым компьютером:

- настольные («точка-с-точкой», PC-to-PC или face-to-face — лицом к лицу) видеоконференции предназначены для организации связи между двумя компьютерами;
- студийные («точка-с-многими») видеоконференции ориентированы на передачу видеoinформации из одного места во многие (выступление перед аудиторией);
- групповые («многие-с-многими») видеоконференции предполагают общение одной группы пользователей с другой группой.

Проведение настольных видеоконференций практических трудностей не вызывает, если не считать маленький размер видеоокна монитора (некоторые системы видеоконференций воспроизводят видео лишь в четверть-экранном формате QCIF — Quarter Common Intermedia Format) и сопряженную с этим слабую разрешающую способность картинки. Но при организации достаточно динамичной видеоконференции из трех участников возникают пока еще трудноразрешимые проблемы с пропускной способностью каналов связи. Например, если связь осуществляется по обычным телефонным линиям, требуется большая подготовительная работа, а если средой передачи является ЛВС, проведение такой видеоконференции способно парализовать все остальные работы в сети. Проблемы связаны именно с динамикой процесса, так как для пересылки одного 256-цветного полноэкранного кадра без сжатия необходимо передать около 1,5 Мбайт данных, что может потребовать до 10 и более секунд.

Но если абстрагироваться от качества изображения и динамики картинки на экране, то становятся очевидными и достоинства видеосвязи:

- можно видеть своего собеседника;
- показывать друг другу рисунки и чертежи;
- демонстрировать различные изделия;
- интерактивно дистанционно управлять прикладными программами.

Типовая система видеосвязи состоит из мультимедийного компьютера, оснащенного видеокамерой, микрофоном, устройствами оцифровки изображения и звука (видео- и аудиокарт, которые обычно выполняют и сжатие сообщений), одной или нескольких прикладных программ организации видеосвязи, и, самое важное, эффективной системы связи абонентов между собой. Канал связи должен быть достаточно широкополосным (обеспечивающим высокую скорость передачи) без прерываний и существенных задержек сигнала, иначе изображение будет дергаться, звук — искажаться. Весьма перспективной технологией организации каналов для видеосвязи является технология W-CDMA (широкополосный множественный доступ с кодовым разделением каналов).

Можно рекомендовать, например, следующее оборудование для проведения видеоконференции:

- процессор: Celeron 360 МГц;
- оперативная память: 64 Мбайт;
- видеокарта: 3D Rage Pro AGP2X, 8 Mb, Matrox Millennium PCI или S3 Virge;
- звуковая карта;
- сетевая карта: 3COM EtherLink 10/100 PCI TX NIC или Realtek 8029 PCI;
- видеокамера Alaris QuickVideo DVC1 или Creative WebCam 3;
- карта для захвата видеоизображения VideoCap C210.

Сейчас существуют четыре варианта сетевого решения для реализации настольных систем видеоконференций (Digital Video Conference — DVC):

- локальная вычислительная сеть*. При использовании плат Ethernet обеспечивается достаточная скорость (до 10 Мбит/с), но следует помнить, что при

видеосвязи двухсторонний поток аудио- и видеоданных будет конкурировать с сообщениями электронной почты; пересылкой, загрузкой и выгрузкой файлов и прочей информацией, циркулирующей в сети. Поэтому видеокadres могут искажаться, приходиться в неправильной последовательности, возможно пропадание звука и т. п.;

- *глобальная сеть Интернет*. В этом случае сюрпризов может быть еще больше, вплоть до изменения частоты кадров (нужен мультичастотный монитор) и пропадания или изменения до неузнаваемости звука (придется часто переспрашивать собеседников);
- *обычная телефонная сеть*. В такой сети обеспечивается скорость максимум 56 Кбит/с, но видеосвязи в этом случае не мешают посторонние процедуры, другие передаваемые данные, поэтому в ряде ситуаций достигается качество видеосвязи даже лучшее, чем в первых двух вариантах;
- *цифровая сеть с интегрированными услугами (ISDN)*. Такая сеть обеспечивает скорость передачи до 128 Кбит/с без каких-либо помех и замираний, идеально пригодную для DVC. Однако к каналам ISDN пока еще подключено мало пользователей, само подключение стоит дорого и не везде возможно, да и настройка линии сложна и трудоемка.

Основная функция любой системы видеоконференций — передача и прием цифровых сигналов звука и изображения. Многие из видеосистем не позволяют из-за ограниченной пропускной способности каналов связи выдержать даже телевизионный стандарт кадровой развертки (25 кадров/с), и обеспечивают чаще всего непостоянную частоту (5–15 кадров/с по каналам ISDN, не выше 10 — по ЛВС), так что картинка на экране монитора будет заметно «дергаться». Видеосистемы часто поддерживают видеоформат QCIF (скорость передачи видеоданных 9 Мбит/с, разрешающая способность изображения 176 × 144 точек/дюйм) и лишь дорогие системы высшего класса (Live 200, например) используют полный видеоформат CIF (скорость передачи — 36 Мбит/с, разрешение 352 × 288 точек на дюйм).

При работе на скоростях обычных модемов в аналоговых телефонных линиях не гарантируется высокое качество видео- и аудиосигнала. Для таких систем считается вполне приемлемым, если в узкополосных линиях связи обеспечивается частота 1–2 кадра/с при разрешении 160 × 120 пикселей. В широкополосных линиях связи, например Ethernet 10 Мбит/с, частота повышается до 5–12 кадров/с при том же разрешении. Использование в качестве среды передачи Ethernet 100 Мбит/с качественно не меняет картины. Качество аудио и видео улучшается незначительно, зато увеличивается работоспособность системы видеоконференцсвязи при наличии других приложений в сети.

Практически все системы работают с цветным изображением и имеют экранный буфер (white board — грифельная доска), на котором можно рисовать, писать заметки, вставлять изображения и использовать иные средства неречевого общения. Некоторые системы обеспечивают совместное использование приложений, что позволяет участникам вместе работать над документом с помощью текстового или графического редактора. Большинство программ DVC имеет функцию

записи на диск как всех разговоров, так и отдельных видеок кадров документов и даже самих собеседников.

Основные недостатки систем видеосвязи определяются слабым аппаратным обеспечением, медленными каналами связи, помехами в каналах и эхом в аудиоплатах. Но в целом эти системы вполне пригодны для деловых приложений и, если их использование не только дань моде и организации показательного дизайна процветающих фирм, они будут весьма полезны для:

- партнеров, совместно разрабатывающих или обсуждающих бизнес-проекты;
- инженеров при коллективной работе над сложными техническими изделиями;
- коммерсантов, желающих убедиться, что очередной клиент ведет с ним переговоры не «под дулом пистолета»;
- журналистов при оперативной передаче «горячих» материалов на телестудию или в редакцию газеты;
- сотрудников правоохранительных органов для дистанционного визуального наблюдения за объектом;
- врача, желающего проконсультироваться по сложному вопросу у видного специалиста;
- наконец, президента компании или страны, чтобы независимо от своего местоположения (на даче, за границей и т. д.) видеть при беседе лица своих заместителей и чиновников (не менее важно и для чиновника наблюдать лицо своего президента).

Но, к сожалению, пока в России системы видеоконференций — это больше предметы роскоши, чем инструменты эффективной творческой, технической и управленческой деятельности. Хотя уже в 1997 году на выставке Comtek 97 российское АО «Цифровые видеосистемы» представило **DiViSy'97** — 32-разрядную версию своего продукта для проведения видеоконференций, работающую под управлением Windows NT и Windows 95. В видеоконференциях DiViSy'97 могут принимать участие до 8 абонентов в режимах «точка-с-точкой», «точка-с-многими», «многие-с-многими». Система позволяет обмениваться графической и текстовой информацией и передавать файлы одновременно с сеансом видеоконференции. Сеансы видеоконференций DiViSy'97 можно проводить по аналоговым телефонным линиям со скоростью передачи более 2400 бит/с, цифровым выделенным линиям связи, спутниковым системам связи и компьютерным сетям, использующим протоколы TCP/IP (Интернет) и X.25.

За рубежом дело обстоит значительно лучше. Видеоконференции в развитых странах являются одной из самых быстроразвивающихся и перспективных современных технологий. Уже сейчас в США их применяют около 20% компаний, специализирующихся в области высоких информационных технологий, а представители еще 50% компаний заявили об имеющихся планах развертывания систем видеоконференции в течение ближайших двух лет. В 2001 году число абонентов, участвующих в видеоконференциях, превысило 6 миллионов.

Системы видеоконференций

Наиболее популярные системы видеоконференций: MS NetMeeting, Netscape Conference, CUseeMe и Internet Phone. Можно назвать также: Suite Vision (корпорации Specom Technologies), Supra Video Phone Kit (фирмы Diamond Multimedia Systems), QuickTime Conferencing Kit (фирмы Apple Computer), Video Phone Kit (фирмы Boca Research), Visit Video (фирмы Northern Telecom), Meet-Me (фирмы Sat Sagem), BigPicture (корпорации U.S. Robotics), Live 200 (корпорации Picture Tell) и т. д.

Пакет **CUseeMe** представляет собой программный комплекс видеоконференц-связи, разработанный в университете Корнелл (США, штат Нью-Йорк, г. Итака). Он предназначен для организации видеоконференций в Интернете или в корпоративной сети с поддержкой протоколов TCP/IP.

Его функциональные возможности достаточно типичны для программ подобного рода и включают в себя:

- реализацию аудио- и видеоконтактов между участниками конференции;
- возможность совместной работы над документом;
- пересылку файлов;
- общение партнеров в ходе конференции посредством текстовой формы (Chat Window);
- возможность организации многоточечных (групповых) конференций.

Microsoft NetMeeting для Windows — удобное средство для проведения конференций в Интернете и корпоративных сетях. Программа предоставляет те же возможности, что и пакет CUseeMe, плюс ко всему обладает неоспоримым преимуществом — возможностью совместного использования приложений. Любые Windows-приложения могут использоваться участниками конференции коллективно, что существенно повышает эффективность групповой работы. Эта возможность реализуется вне зависимости от того, располагают ли другие участники конференции приложением, которое предоставляется одним из них для совместного использования.

Программа MS NetMeeting локализована и поэтому представляет особый интерес для российских пользователей.

Программа отличается хорошим качеством видеоизображения и имеет минимальное количество настроек по сравнению с остальными решениями. NetMeeting поддерживает стандарт аудио- и видеоконференций, что обеспечивает взаимодействие NetMeeting с другими совместимыми программами клиентов видеотелефонной связи.

Internet Phone 5 является разработкой компании VocalTec. В программе поддерживаются передача изображений, функции голосовой почты, совместная работа над документами, передача файлов и другие возможности. Она обладает возможностью поиска собеседника по языку общения, интересам и другим признакам с помощью встроенного браузера — Community Browser.

Что можно рекомендовать? Если стоит задача организации видеоконференцсвязи в небольшом офисе, то предпочтительней пакет CUseeMe с пропускной способностью сети 100 Мбит/с. Такая комбинация наиболее оптимальна по соотношению цена-качество. NetMeeting более подходит для организации связи между отдельными клиентами, использующими диалог face-to-face. Возможность интеграции этой программы в web-страницы позволяет создавать сайты определенной направленности, например, для дистанционного обучения. Internet Phone 5 — программа для домашнего использования, позволяющая найти собеседников по языку общения, интересам, возрасту, увлечениям и прочим признакам.

В последние годы активно развиваются и системы видеопочты. В отличие от видеоконференций, которые проводятся в реальном масштабе времени, видеопочта не требует одновременного присутствия всех абонентов на рабочих местах. Это удобное средство видеосвязи между абонентами, находящимися в разных часовых поясах. Видеопочту, поступившую на компьютер, абонент может посмотреть в любое удобное для него время.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте краткую характеристику компьютерных систем оперативной связи.
2. Охарактеризуйте возможные направления применения компьютерной телефонии.
3. Что такое IP-телефония? Назовите ее основные проблемы.
4. Дайте краткую характеристику систем компьютерной видеосвязи.
5. Назовите и поясните варианты сетевого решения видеоконференций.
6. Назовите и поясните существующие программные системы организации видеоконференций.

Глава 19 Системы передачи документированной информации

Появление и бурное развитие электронных, в том числе и беспроводных систем оперативной связи привело к уменьшению спроса на услуги традиционных систем передачи документированной информации: телеграфной и факсимильной связи. Но тем не менее, телеграфная связь, например, сохраняет свою роль в информационном обмене России, оставаясь единственной доступной услугой связи для жителей многих малых городов и сельских населенных пунктов.

Телеграфная связь

Телеграфная связь предназначена для автоматизированного приема-передачи по электрическим проводным каналам связи коротких текстовых документированных сообщений.

Телеграф является одним из старейших видов связи. Первый электрический телеграфный аппарат был изобретен в 1832 году русским ученым П. Л. Шиллингом, в 1837 году свой телеграфный аппарат создал американец С. Морзе. В этих устройствах информация регистрировалась на бумажной ленте в виде комбинаций символов точки и тире («азбука Морзе»).

Позднее, в конце XIX века, появились буквопечатающие телеграфные аппараты — телетайпы. В настоящее время в фирмах и на предприятиях применяется исключительно телетайпная связь. Ввод информации в телетайп может осуществляться вручную с клавиатуры и автоматизированно с перфоленты. Перфорация ленты выполняется на самом телетайпном аппарате в автономном режиме. Поскольку ручной ввод информации с клавиатуры не обеспечивает высокой скорости передачи, реализуемой системой, предпочтительнее автоматизированный ввод. Передаваемая на телетайп информация может вводиться и из других источников, в частности из ПК, оснащенного модемом. При передаче вся информа-

ция печатается на бумажный носитель, а при необходимости регистрируется на перфоленту.

В принимающем аппарате информация также может регистрироваться на печатный документ и на перфоленту, а непосредственно по каналу связи может вводиться и в ПК. Все телетайпные аппараты являются обратимыми, то есть способны работать и как передатчики, и как приемники информации. Большинство телетайпных аппаратов имеют алфавитно-цифровую клавиатуру, печатающее устройство, реперфораторную приставку (перфоратор ленты) и транзиттерную приставку (считыватель с перфоленты).

По типу печатающего устройства телетайпы делятся на *ленточные* и *рулонные*. В ленточных телетайпах печать информации производится на узкую бумажную ленту шириной 10 мм, а в рулонных телетайпах — на рулонную бумагу шириной 210 мм.

При передаче по телеграфному каналу связи чаще всего каждый знак информации в соответствии со вторым международным телеграфным кодом (МТК-2) кодируется пятью разнополярными прямоугольными электрическими импульсами (прямоугольность импульсов обуславливает необходимость широкой полосы пропускания телеграфных каналов).

Скорость передачи информации у большинства телетайпов равна 50, 75 или 100 бит/с (400–800 знаков/мин.).

В качестве канала связи для телетайпной приемо-передающей аппаратуры могут служить как *телеграфный*, так и *телефонный* каналы — в последнем случае должна быть предусмотрена аппаратура согласования (модем).

Дейтафонная связь

Передачу документированной текстовой информации по телефонным каналам называют *дейтафонной* связью¹.

Дейтафонная связь использует для передачи информации телефонные каналы связи, а в качестве приемо-передающей аппаратуры применяется как обычная телетайпная аппаратура совместно с модемами, так и специальная аппаратура.

Примерный состав аппаратуры абонента дейтафонной связи следующий:

- телефонный аппарат — служит для первоначального вызова абонента;
- фотосчитывающее устройство — предназначено для автоматического считывания информации с перфоленты при передаче;
- перфоратор ленты — предназначен для регистрации принятой информации на перфоленту;

¹ Этот термин не встречается в русскоязычных публикациях, но распространен на Западе. Название произошло от услуги Dataphone Digital Service (DDS — цифровой телефонный сервис) компании AT&T, обеспечивающий передачу данных по частным цифровым линиям со скоростью 56 Кбит/с. Но дейтафонная связь больше развита в Европе (например, система телефонии Eurotel DataPhone).

- ❑ модулятор-демодулятор (модем) — предназначен для согласования приемопередающей аппаратуры с телефонным каналом связи;
- ❑ устройство защиты от ошибок (УЗО) — его назначением является обеспечение достоверности передачи информации;
- ❑ устройство алфавитно-цифровой печати (принтер, телетайп).

Преимущества систем дейтафонной связи перед телетайпными, использующими телеграфные каналы:

- ❑ более высокая скорость передачи данных: 600–9600 бит/с, а в компьютерном варианте и до 56 000 бит/с;
- ❑ более высокая достоверность передачи информации;
- ❑ возможность использования имеющейся широко разветвленной сети телефонных каналов связи;
- ❑ возможность в ряде случаев, благодаря частотному разделению каналов, по одной паре проводов одновременно передавать информацию от нескольких абонентов (частотное уплотнение), в том числе от абонентов дейтафонной, факсимильной и телефонной связи.

Таким образом, телеграфная связь имеет несколько разновидностей: собственно телеграфную связь, использующую для кодирования информации коды, предложенные Морзе, телетайпную и дейтафонную связь. Следует, однако, заметить, что все виды телеграфной связи неуклонно вытесняются факсимильной связью.

Системы и аппаратура телеграфной связи

Телетайпы могут соединяться между собой как непосредственно, так и через коммутатор. Непосредственное соединение телетайпных аппаратов целесообразно при передаче информации на небольшие расстояния между жестко фиксированными абонентами (внутрикорпоративная связь). При передаче информации на значительные расстояния телеграфную связь можно организовать включением аппаратуры в единую государственную систему абонентского телеграфирования или в созданную на базе восьми главных телеграфных узлов страны Российскую систему обработки сообщений ROSTELEMAIL — Единую систему документальной электросвязи. Последняя является интегрирующей, объединяя в себе все виды как традиционных, так и новых видов документированной связи (e-Mail, например).

На территории России действуют абонентские телеграфные сети АТ-50, «Телекс», ЦКС.

Сеть АТ-50 (часто ее называют просто «телеграфом») имеет более 100 000 абонентов, но действует только в странах СНГ и не имеет международного выхода. Этой сетью пользуются в основном министерства, промышленные, транспортные, финансовые учреждения и воинские части.

Для передачи сообщений в другие страны используется международный телеграф — Telex. К услугам этой сети чаще других прибегают коммерческие учреждения, банки, биржи, страховые компании, информационные агентства, частные и государственные фирмы. Документы, переданные по Telex-сетям, обладают

юридической силой: признаются муниципальными, государственными и банковскими учреждениями во всех странах.

Сети АТ-50 и «Телекс» оказывают своим клиентам и многочисленные сервисные информационные услуги.

Уходят в прошлое электромеханические телетайпы. Сегодня абонентам телеграфных сетей предлагаются современные средства приема и передачи телеграмм и телексов, базирующиеся на компьютерных технологиях. В частности, для работы в сетях АТ-50, «Телекс», ЦКС можно рекомендовать телеграфные аппаратно-программные комплексы «ТЕЛГКОМ» и «ТАРС М». Они обеспечивают:

- полную автоматизацию приема-передачи телеграмм, как в автономном режиме (ПК выключен), так и совместно с компьютером;
- внутреннюю оперативную память на 100 000 символов;
- сохранение информации в памяти при выключении электрического питания;
- одновременную работу по нескольким телеграфным каналам;
- настройку на любой тип станций (подстанций);
- работу в самой распространенной сейчас локальной сети Novell NetWare;
- прием и передачу криптограмм;
- работу с удаленными абонентами через «почтовые ящики»;
- распечатку поступивших телеграмм на принтере в фоновом режиме;
- оповещение оператора о неисправности телеграфного канала.

Система «Телекс» имеет компьютерный вариант Telex Net, расширяющий возможности стандартной телексовой сети, предоставляя:

- возможность автоматической передачи данных, хранящихся на диске компьютера;
- возможность диалога при обмене информацией;
- возможность работы в локальной вычислительной сети;
- возможность циркулярной рассылки информации в фоновом режиме;
- наличие электронного справочника номеров абонентов и т. д.

Персональный компьютер, дополненный внешним телеграфным адаптером, является окончательным оборудованием в такой телеграфной сети и предоставляет пользователю удобное устройство связи.

Адаптеры Flash, TELEX-NET и TAG-43 отвечают самым высоким требованиям к аппаратуре этого класса. Адаптер Flash универсален, может работать и по двух- и по четырехпроводным линиям связи АТ-50 и «Телекс».

Адаптер TELEX-NET сочетает в себе уникальный набор сервисных функций и простоту обслуживания. Комплекс «TELEX-NET—персональный компьютер» выполняет все функции стандартного телетайпного аппарата и предоставляет много дополнительных сервисных возможностей, таких, например, как:

- работа в локальной и корпоративной вычислительных сетях;
- режимы диалога абонентов и автоматической передачи текстов, хранящихся на диске;

- передача телеграмм и телексов в заданный день и время;
- передача телеграмм и телексов в фоновом режиме, что позволяет параллельно использовать компьютер для других целей;
- циркулярная передача — передача телекса сразу нескольким абонентам;
- предоставление многочисленных электронных справочников, в том числе справочника адресов абонентов.

По оценкам экспертов, использование комплекса «TELEX-NET-ПК» по сравнению с традиционными аппаратами повышает производительность оператора в 7–10 раз, избавляет его от рутинной работы, увеличивает пропускную способность линий связи в 1,5–2 раза, сокращает время соединения с абонентом.

Адаптер TAG-43 способен работать в телеграфных системах не только как адаптер компьютера, но и автономно. В составе комплекса «TAG-43-ПК» обеспечивается также широкий набор сервисных функций, при автономном функционировании этот набор существенно сокращается.

Существенным недостатком телеграфной связи является низкая достоверность передачи информации. При передаче по коммутируемым каналам связи вероятность искажения знака достигает величины 0,001, а иногда и больше. Поэтому в случае телеграфных каналов связи следует принимать меры по повышению достоверности. Такими мерами, в частности, могут быть:

- информационная обратная связь;
- использование решающей обратной связи;
- передача контрольных сумм и чисел;
- корректирующие коды с автоматическим обнаружением и исправлением ошибок.

Все телеграфные системы, базирующиеся на компьютерной технологии, имеют встроенные средства обеспечения достоверности передаваемой информации. Что касается электромеханических телетайпных систем, то промышленность выпускала ряд комплексов аппаратуры, предназначенных для передачи информации по телеграфным и телефонным каналам связи, оснащенных устройствами защиты от ошибок (УЗО).

Приведем примеры.

Комплекс аппаратуры «Аккорд-50» предназначен для передачи данных по коммутируемым и некоммутируемым телеграфным каналам связи со скоростью 50 и 100 бит/с. Используется пяти- и восьмидорожечная перфолента. В состав комплекса входят:

- фотосчитывающее устройство F-1500;
- перфорирующее устройство ПЛ-150;
- УЗО «Аккорд-50»;
- блок сопряжения с перфоленточными устройствами.

«Аккорд-50» может работать совместно с телетайпом РТА-60.

Комплекс «Онега-КС» предназначен для передачи цифровой информации по телеграфным каналам связи и контроля ее достоверности, скорость передачи — 50 бит/с, использует пятидорожечную перфоленту.

Среди аппаратуры дейтафонной связи следует отметить такие комплексы, как «Аккорд-1200», «Аккорд СС», «Онега АТП». Указанные комплексы являются универсальными и позволяют наряду с непосредственным вводом информации в компьютер осуществлять регистрацию информации на перфоленту (комплекс «Онега АТП» регистрирует информацию на магнитную ленту), скорость передачи: 600 или 1200 бит/с. Для повышения достоверности передачи информации используются чаще всего корректирующие коды с автоматическим обнаружением и исправлением ошибок. Так, согласно рекомендациям МККТТ, в системах дейтафонной связи целесообразно использовать циклический корректирующий код.

Факсимильная связь

Сегодня, при быстром развитии бизнеса, факсимильная связь необходима, чтобы просто выдержать конкуренцию, не говоря уже о достижении успеха.

Если вы не в состоянии выслать контракт немедленно, то рискуете потерять заказчика. Если вы не в силах продемонстрировать новый эскиз сразу после его изготовления, рискуете потерять клиента. Заказчикам и клиентам важные документы нужны без промедления, и решением проблемы является быстрая, простая и недорогая факсимильная связь.

Факсимильная связь не только намного быстрее обычной почты или курьерской доставки; она почти во всех случаях еще и гораздо дешевле. Факсимильная связь может быть как корпоративной и индивидуального пользования, так и коллективного пользования. В России в 2001 году действовало более 1800 факсимильных пунктов коллективного или общего пользования, предоставляющих услуги пользователям, не имеющим собственных корпоративных средств. С августа 2000 года началась эксплуатация международной факсимильной службы общего пользования «Бюро-факс» на территории Российской Федерации.

Факсимильная связь (*fac simile* — сделай подобное) — процесс дистанционной передачи неподвижных изображений и текста; основной ее функцией является передача документов с бумажных листов отправителей на бумажные листы получателей; в качестве таких документов могут выступать тексты, чертежи, рисунки, схемы, фотоснимки и т. п. По существу, факсимильный способ передачи информации заключается в дистанционном копировании документов.

Факсимильную связь раньше называли *фототелеграфной связью*, но согласно рекомендациям МККТТ термин «фототелеграфная связь» следует применять только для систем передачи полутоновых изображений; более общим является термин «факсимильная связь», относящийся к системам передачи как полутоновых, так и штриховых документов.

В основу факсимильной связи положен метод передачи временной последовательности электрических сигналов, характеризующих яркость отдельных элемен-

тов обрабатываемого документа. Разложение передаваемого изображения на элементы называется разверткой, а просмотр и считывание этих элементов — сканированием. Важное достоинство факсимильной связи — полная автоматизация передачи, включая считывание информации с бумажного документа-источника и регистрацию информации на бумажном документе-приемнике.

Для организации факсимильной связи используют факсимильные аппараты (телефаксы) и каналы связи: чаще всего телефонные каналы, реже цифровые каналы с интегральным сервисом (ISDN) и радиоканалы связи.

Стандарты и режимы факсимильной связи

В факсимильной связи используются различные стандарты передачи данных и режимы разрешающей способности (полностью поддерживаемые только самыми совершенными телефаксами).

Согласно международной классификации, существует четыре группы стандартов передачи сообщений, приведенные в табл. 19.1.

Таблица 19.1. Стандарты передачи факсимильных сообщений

Стандарт передачи сообщений	Время передачи документа А4 (287×210 мм), с	Разрешающая способность, точек/мм
Аналоговые частотно-модулированные сигналы	до 360	от 4
Аналоговые амплитудно-модулированные сигналы	до 180	от 4
Цифровое кодирование со сжатием информации	до 60	7–9
Высокоскоростная цифровая передача	5–10	до 16

Скорости передачи факсимильной информации по телефонным каналам связи лежат в пределах 4800–28 800 бит/с (стандарт МККТТ v.34); при использовании цифровых каналов возможно более высокое сжатие информации, и скорости передачи достигают до 64 000 бит/с.

Факсимильные аппараты могут автоматически устанавливать скорость передачи данных в случае, если принимающий телефакс или канал связи не достаточно качественны — в канале, например, высокий уровень помех. В этих случаях первоначально установленная, обычно максимально допустимая, скорость передачи снижается до тех пор, пока не будет достигнут уверенный прием сообщений, подтвержденный принимающим телефаксом (в начале сеанса передающий телефакс посылает специальный сигнал; принимающий аппарат, распознав этот сигнал, отправляет подтверждающее прием сообщение).

Например, время передачи текстового документа формата А4 при скорости 9600 бит/с составляет около 20 с, но если из-за низкого качества канала связи телефакс снизит скорость до 4800 бит/с, время передачи документа удвоится, а при скорости 2400 бит/с — увеличится в четыре раза, то есть документ будет передаваться уже более одной минуты.

Режимы разрешающей способности, используемые в факсимильных аппаратах:

- Standard — обычный, разрешающая способность 100 × 200 dpi;
- Fine (high) — качественный (высокий), разрешающая способность 200 × 200 dpi;
- Superfine (superhigh) — высококачественный (сверхвысокий), разрешающая способность 400 × 200 dpi;
- Halftone (Photo) — полутоновый (фоторежим), до 64 градаций серого.

Поясним вышесказанное.

Полная строка факс-документа при ширине листа бумаги 210 мм состоит из 1600 элементов, то есть разрешающая способность факса вдоль строки (по горизонтали) почти всегда равна 200 элементов (точек) на 1 дюйм или 200 dpi (dots per inch — точек на дюйм; 1 дюйм = 25,4 мм) — 1 элемент занимает примерно 1/8 мм.

В обычном режиме шаг продвижения бумаги составляет 1/4 мм (разрешающая способность по вертикали 100 dpi); в качественном режиме — шаг составляет 1/8 мм (разрешение 200 dpi); высококачественный режим имеет разрешение 300–400 dpi в зависимости от используемого факс-аппарата. Полутоновый режим обеспечивает передачу оттенков серого цвета и используется при необходимости передачи фотографии или рисунка в полутонах.

Градации серого — важный параметр, определяющий способность отображать полутона. Фотографии, рисунки, репродукции, цветные документы могут быть представлены в черно-белом изображении, и чем большее количество градаций серого (полутонов, оттенков) может формировать телефакс, тем выше будет качество переданного изображения.

Следует иметь в виду, что чем более качественный режим разрешающей способности выбран, тем большее количество точек считывается с документа и тем большее время требуется на считывание всего документа. Передача данных в режиме fine примерно удваивает время передачи по сравнению с режимом standard, а режим superfine это время увеличивает в четыре раза; в режиме halftone время передачи по меньшей мере в восемь раз больше, чем в стандартном режиме.

В целом время, затрачиваемое на передачу одного листа документа, зависит от размеров этого листа, характера изображения на нем, скорости передачи и разрешающей способности.

Факсимильная связь может использоваться для автоматического ввода передаваемой информации в компьютер, если последний оборудован факс-модемом.

Факсимильные аппараты

Факсимильный аппарат функционально состоит из трех основных частей:

- сканера, обеспечивающего считывание сообщения с листа бумаги и ввод его в электронную часть аппарата;
- приемо-передающей электронной части (обычно модема), отвечающей за передачу сообщения адресату и прием сообщения от другого абонента;

□ принтера, печатающего принятое сообщение на листе рулонной или обычной бумаги.

Выпускаемые в настоящее время факсимильные аппараты отличаются способом воспроизведения изображения, видом развертки и разрешающей способностью.

По способу воспроизведения изображения (по типу используемого принтера) факсимильные аппараты делятся на:

- термографические (Xerox 7235, Canon FAX-T20, Panasonic KX-F130B);
- струйные (Panafax UF-305, Panafax UF-321);
- лазерные (Panafax UF-755; Canon FAX 850, Xerox 7041);
- электрографические (Panasonic KX-F1000B, Panasonic KX-F1100B);
- фотографические («Нева»);
- электрохимические («Березка»);
- электромеханические («Штрих»).

Большинство современных факсимильных аппаратов — *термографического* типа: они недорогие и имеют достаточно хорошие характеристики. Разрешающая способность таких аппаратов 7–10 точек/мм, они могут передавать 16–32 уровней серого, чаще всего оборудуются модемом на 9600 бит/с; но в них используется специальная дорогостоящая термобумага, которая, к тому же, со временем желтеет.

Примерно этого же класса электрографические и струйные факсимильные аппараты, но их важная особенность — печать на обычной бумаге и они несколько дороже.

Лучшие характеристики имеют *лазерные* факсимильные аппараты: разрешение до 16 точек/мм и 64 уровней серого, оборудуются модемами на 14 400 бит/с, но они существенно дороже.

Фотографические факсимильные аппараты лучше других передают полутона и имеют высокую разрешающую способность (до 16 точек/мм), но требуют дорогой фотографической бумаги.

Разрешающая способность электрохимических и электромеханических аппаратов примерно одинаковая — в пределах 4–6 точек/мм, но электромеханические аппараты не воспроизводят полутонов (их часто называют штриховыми аппаратами). Электрохимические аппараты используют специальную электрохимическую бумагу. Достоинства электромеханических аппаратов: обычная бумага и простота конструкции.

По виду развертки факсимильные аппараты делятся на *плоскостные* (Xerox 7024, Panafax UF-60V, «Березка») и *барабанные* («Нева», Xerox 7245, Panasonic KX-F700 B).

В плоскостных аппаратах передаваемые документы ограничиваются размером только по ширине (может передаваться рулонный документ), а в барабанных — и по ширине и по длине.

Характеристики некоторых факсимильных аппаратов приведены в табл. 19.2.

Таблица 19.2. Характеристики некоторых факсимильных аппаратов

Фирма	Модель	Время передачи документа, с	Градаций серого	Разрешающая способность, точек/мм
Matsushita	Panafax UF-755	7	64	16
Canon	FAX 850 HD	3	64	16
Xerox	7041	7	64	16
Matsushita	Panafax UF-321	7	64	16
Xerox	7210	20	16	8
Xerox	7235	17	32	16
Matsushita	KX-F130	15	16	16
Canon	FAX T20	20	16	8

Сервисные возможности факсимильных аппаратов:

- режим копирования документов; большинство телефаксов выполняют копирование документов с большой скоростью — до 10 копий/мин. (по существу, она определяется быстродействием печатающего устройства);
- наличие телефонной трубки и возможности переключения в режим голосовой связи, а иногда и присутствие дополнительного телефонного канала, позволяющего одновременно с передачей факса вести разговор;
- наличие автоответчика, который позволяет посылать в линию ранее записанное речевое сообщение, принимать и сохранять полученное сообщение для последующего прослушивания;
- «громкая связь» — возможность производить набор номера и разговаривать с абонентом или только слышать его, не поднимая трубки (в первом случае громкая связь двухсторонняя, во втором — односторонняя); для реализации этого режима необходимо наличие спикерфона — дуплексного громкоговорителя и микрофона;
- возможность отклонения ненужных вызовов — игнорирования вызовов, поступающих от нежелательных абонентов;
- возможность подключения факсимильного аппарата к компьютеру;
- наличие оперативной памяти до нескольких мегабайтов и внешней памяти — десятки мегабайтов;
- память номеров — определенное количество телефонных номеров, хранящихся в памяти телефакса для использования при ускоренном наборе номера приоритетного абонента;
- «память листов» — определенное количество листов документа, изображение которых может быть записано в оперативную память телефакса при отсутствии или неожиданном окончании бумаги или для последующей передачи;
- наличие электронного телефонного справочника номеров и адресов абонентов;
- наличие жидкокристаллического буквенно-цифрового индикатора (дисплея), на котором отображаются текущие режимы работы телефакса, в том числе

набираемый номер телефона, скорость обмена информацией, имя и номер абонента, с которым установлена связь и т. д.;

- возможность передачи сообщения с задержкой (отсроченная передача) и передачи по внешнему запросу;
- возможность отложенной передачи, позволяющей заранее подготовленный к передаче документ автоматически передать абонентам в заданное время, например, ночью, когда тарифы на междугородные и международные переговоры значительно ниже;
- функция полинга — опроса и приглашения нужной станции к автоматической передаче факсимильного сообщения; опрос, защищенный паролем, требует знания кодового номера, защищающего факс-аппарат, с которого вы хотите получить факс;
- возможность сортировки факсов по конфиденциальным почтовым ящикам;
- наличие автоподачи документов и бумаги;
- наличие автоотрезки рулонной бумаги и т. д.

Работа на факсимильном аппарате

Прием, передачу факсимильного сообщения (факса) и копирование документа рассмотрим применительно к простому и довольно распространенному факсимильному аппарату Xerox 7210.

Прием факсимильного сообщения

Если факсимильный аппарат был включен и заправлен бумагой, то он примет поступивший факс в автоматическом режиме, без какого-либо вашего участия. Все, что остается вам сделать, — это оторвать факс от рулона или, если аппарат снабжен отрезающим устройством, взять лист, выпавший из него.

Если факсимильный аппарат был выключен, а вам позвонили по телефону и попросили принять факс, то нужно проверить наличие бумаги и просто включить аппарат (нажать кнопку START).

Передача факсимильного сообщения

Прежде всего надо внимательно подготовить передаваемый документ. При этом следует согласовать размер документа с возможностями вашего передающего аппарата и, что не менее важно, принимающего факс-аппарата.

Если размер документа больше, чем позволяют возможности вашего телефакса, его следует либо уменьшить путем масштабирующего копирования, либо разделить на части и скопировать каждую часть отдельно или просто разрезать на отдельные части, а затем передавать по частям.

В частности, телефакс Xerox 7210 позволяет передавать документы шириной до 216 мм и длиной до 1500 мм.

С возможностями принимающего факс-аппарата следует согласовать максимальную длину принимаемого документа: у некоторых типов аппаратов она ограничивается, и если вы передадите на такой аппарат слишком длинный документ, он

будет принят не полностью. Документы стандартного формата А4 (210 × 297 мм) принимаются практически любым телефаксом — поэтому старайтесь подготавливать документы именно этого стандартного размера.

Следует обратить внимание на качество бумаги: смятая бумага, слишком толстая или, наоборот, тонкая бумага могут вызвать застревание или замятие документа. Внимательно проверьте, нет ли на передаваемом документе посторонних элементов: скрепок, скобок, кнопок и т. п., которые могут повредить не только документ, но и сам факсимильный аппарат.

Подготовленный к передаче документ следует положить на входной лоток текстом вниз и настроить направляющие по ширине документа. Большинство факс-аппаратов имеют автоподатчик на 5–10 и более листов, поэтому можно положить сразу небольшую стопку подготовленных документов. У аппарата Xerox 7210 в подающий лоток допускается вложить сразу 5 листов.

Следует установить режимы качества передачи:

- нажмите кнопку LIGHT, если документ слишком светлый;
- нажмите кнопку выбранного режима разрешающей способности, не злоупотребляя выбором особо качественных режимов, поскольку они потребуют большего времени передачи; в обычном случае вполне достаточно ограничиться режимами standard или, для документов, имеющих мелкие детали, fine.

Свяжитесь по телефону с абонентом, которому хотите передать факс, и сообщите ему об этом. Дождавшись появления в трубке сигнала факса, нажмите кнопку START и положите телефонную трубку.

Если вы уверены, что факс-аппарат вашего абонента включен, можете, не поднимая трубки телефона, набрать номер его телефакса и нажать кнопку START.

Если номер абонента запомнен на клавише быстрого набора, то вы можете ввести номер принимающего телефакса нажатием этой клавиши.

Копирование документов

Для копирования документа:

1. Проверьте качество бумаги копируемого документа и отсутствие на нем посторонних элементов.
2. Убедитесь, что телефакс заправлен бумагой, если нет — заправьте бумагу.
3. Положите копируемый документ на входной лоток текстом вниз.
4. Нажмите кнопку COPY.
5. Оторвите или просто возьмите готовую копию.

Имейте в виду, что копирование документов на термографическом факс-аппарате экономически не выгодно (слишком дорогая бумага).

Факсимильные сервис-системы

Подключение факсимильного аппарата к имеющимся системам факс-сервиса позволяет существенно расширить объем сервисных услуг. Так, система общероссийского расширенного факс-сервиса, охватывающая все крупнейшие пред-

приятия более чем в 500 городах России, стран СНГ и дальнего зарубежья, всем своим абонентам обеспечивает:

- доступ к системе с любого телефона или ПК для отправки документов с подтверждением о доставке;
- доставку документов немедленно или с задержкой — дата и время доставки задаются отправителем в диалоговом режиме;
- автоматическую циркулярную рассылку документов по заранее составленным спискам;
- конфиденциальность передаваемой информации (по идентификатору или паролю абонента);
- выдачу квитанции с указанием результата выполнения команды абонента (документ доставлен или не доставлен) с указанием даты и времени, а также причины, по которой документ не был доставлен;
- голосовые подсказки на русском и английском языках для начинающих пользователей, подаваемые по спикерфону.

За рубежом факсимильные системы более развиты, чем у нас. В большинстве гостиниц, аэропортов, фойе многих учреждений и других общественных местах устанавливаются необслуживаемые кабины с факсимильными аппаратами. Они работают по тому же принципу, что и таксофоны. Часто факсимильные кабины имеют две телефонные линии, позволяющие одновременно передавать факс и вести телефонные переговоры.

Широко используются радиофаксы; имеются многоканальные системы подвижной радиофаксимильной связи, включающие в себя стационарную базовую станцию и подвижные радиофаксы, устанавливаемые в автомобилях (правда, как показывает практика, автомобильные радиотелефоны и радиофаксы нередко являются причиной дорожно-транспортных происшествий).

Существуют и интеллектуальные сотовые радиотелефоны-факсы, имеющие свои компьютеры «электронные секретари» (PDA); так, фирма IBM выпустила подобный аппарат Simon, который может, по мнению специалистов, вытеснить PDA. Выпускаются телефонные факсимильные приставки, которые используются для передачи рукописных сообщений и выполняемых от руки схем, подписей — по существу, телеавтографные приставки. Такая приставка — это компьютер, электронный блокнот, подключаемый к телефону. При передаче факса абонент специальным пером пишет на блокноте; текст или схема автоматически кодируются и посылаются принимающему абоненту. Важно, что таким образом передается и подпись ответственного лица.

Компьютерные факсимильные системы

Компьютер из мощного вычислителя все больше превращается в мощное коммуникационное средство. Действительно, по разнообразным информационно-вычислительным сетям можно отправлять и получать сообщения в самые отдаленные пункты всего мира, обмениваться данными и программами с сотнями

и тысячами абонентов, получать любую справочную информацию из систем оперативных услуг.

Как уже говорилось, компьютер может быть подключен к абонентской телефонной сети и получить доступ к другим абонентам этой сети, к электронной почте, к телетайпам и телефаксам, работающим с этой сетью.

Компьютер с *факс-модемом* работает намного надежнее (не «зажевывает» бумагу) и устойчивее телефакса, обеспечивает много дополнительных сервисных услуг: существенно более удобная и эффективная автоматизация подготовки текстов факса с использованием всего арсенала компьютерных средств, интеграция с электронной почтой, телексом и базой данных компьютера, наличие электронной справочной книги большого объема, содержащей самую разнообразную полезную информацию, разграничение права доступа сотрудников и внешних абонентов к факсу, контроль прохождения корреспонденции, подробная статистика работы с факсом и т. п.

Уже выпускаются клавиатуры компьютеров, с которых можно непосредственно набирать номер телефона абонента (клавиатура CompuPhone 2000), уже появились компьютеры, оборудованные видеокамерой и микрофоном, позволяющие не только обмениваться факсами с партнером, но и видеть его и разговаривать с ним.

Поэтому, безусловно, целесообразно заменить телефонный и факсимильный аппараты на персональный компьютер с модемом, сканером и принтером, хотя бы потому, что ПК и так имеется на столе у секретаря любой уважающей себя фирмы; бесспорно разумно пользоваться более эффективной, надежной, оперативной, да и более дешевой в эксплуатации компьютерной телефонией.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте краткую характеристику систем телеграфной и дейтафонной связи.
2. Дайте краткую характеристику систем факсимильной связи.
3. Назовите и поясните стандарты факсимильной связи и режимы ее разрешающей способности.
4. Перечислите основные сервисные возможности факсимильных аппаратов.
5. Что такое компьютерные факсимильные системы?

Часть VI
Эффективность
функционирования
вычислительных
систем

Глава 20 Качество и эффективность информационных систем

Качество информационной системы — это совокупность свойств системы, обуславливающих возможность ее использования для удовлетворения определенных в соответствии с ее назначением потребностей. Количественные характеристики этих свойств определяются показателями.

Основными показателями качества информационных систем являются надежность, достоверность, безопасность.

Надежность — свойство системы сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения.

Надежность информационных систем *не самоцель*, а средство обеспечения своевременной и достоверной информации на ее выходе. Поэтому показатель достоверности функционирования имеет для информационных систем главенствующее значение, тем более что показатель своевременности информации в общем случае охватывается показателем достоверности.

Достоверность функционирования — свойство системы, обуславливающее безошибочность производимых ею преобразований информации. Достоверность функционирования информационной системы полностью определяется и измеряется достоверностью ее выходной информации.

Безопасность информационной системы — свойство, заключающееся в способности системы обеспечить конфиденциальность и целостность информации, то есть защиту информации от несанкционированного доступа с целью ее раскрытия, изменения или разрушения.

Эффективность — это свойство системы выполнять поставленную цель в заданных условиях использования и с определенным качеством. Показатели эффективности характеризуют степень приспособленности системы к выполнению

поставленных перед нею задач и являются обобщающими показателями оптимальности функционирования ИС, зависящими от локальных показателей, каковыми являются надежность, достоверность, безопасность.

Кардинальным обобщающим показателем является **экономическая эффективность** системы, характеризующая целесообразность произведенных на создание и функционирование системы затрат.

Надежность информационных систем

Надежность — важнейшая характеристика качества любой системы, поэтому разработана специальная теория — теория надежности.

Теория надежности может быть определена как научная дисциплина, изучающая закономерности, которых следует придерживаться при разработке и эксплуатации систем для обеспечения оптимального уровня их надежности с минимальными затратами ресурсов.

Надежность — характеристика временная, она может быть ориентирована либо в прошлое, либо в будущее время и не допускает «точечных» во времени оценок. Иными словами, надежность — это свойство системы «штатно» функционировать во времени.

Надежность — комплексное свойство системы; оно включает в себя более простые свойства, такие как безотказность, ремонтпригодность, долговечность и т. д.

Безотказность — свойство системы сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки (наработка — продолжительность или объем работы системы).

Ремонтпригодность — свойство системы, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений и поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонтов.

Долговечность — свойство системы сохранять при установленной системе технического обслуживания и ремонта работоспособное состояние до наступления предельного состояния, то есть такого момента, когда дальнейшее использование системы по назначению недопустимо или нецелесообразно.

Одним из основных понятий теории надежности является **отказ**. Отказом называют полную или частичную потерю работоспособности системы или ее элемента. Отказы бывают: внезапные и постепенные, зависимые и независимые, полные и частичные, устойчивые и самоустраняющиеся, аппаратные, эргатические и программные и т. п. [7, 16].

Устойчивый отказ обуславливает длительную неработоспособность системы и устраняется только в результате ее технического обслуживания, то есть выполнения специальных мер, принятых для восстановления работоспособности системы. Самоустраняющийся отказ (обычно его называют *сбоем*) — отказ, имеющий кратковременный характер и самоустраняющийся произвольно, без приня-

тия специальных мер для его устранения. Ряд сбоев одного и того же характера, следующих друг за другом, называют перемежающимся отказом.

Аппаратный отказ обусловлен нарушением работоспособности технического элемента системы, соответственно, эргатический — эргатического и программный — программного элементов системы. В соответствии с приведенной классификацией отказов можно рассматривать и надежность трех видов:

- аппаратную;
- эргатическую;
- программную.

В многофункциональных системах часто вводят понятие *функциональной надежности* выполнения локальной функции системы. Это понятие важно тогда, когда разные функции системы различны по значимости, обеспечиваются различными подсистемами и дифференцируются по предъявляемым к ним требованиям.

Все системы в теории надежности классифицируются по ряду признаков. Важными классификационными группами являются:

- восстанавливаемые;
- невосстанавливаемые;
- обслуживаемые;
- необслуживаемые системы.

Восстанавливаемой называется такая системы, работоспособность которой в случае возникновения отказа подлежит восстановлению. *Невосстанавливаемая* система — такая система, работоспособность которой в случае отказа восстановлению не подлежит.

Обслуживаемая система — система, для которой предусматривается проведение регулярного технического обслуживания. *Необслуживаемая* система — система, для которой не предусматривается проведение регулярного технического обслуживания.

Информационные и вычислительные системы первых поколений, за редким исключением, относятся к восстанавливаемым обслуживаемым системам. Многие современные вычислительные системы относятся к необслуживаемым восстанавливаемым системам (например персональные компьютеры) и даже к необслуживаемым и невосстанавливаемым системам (отдельные узлы вычислительных систем, например микропроцессор).

Основные показатели надежности

Показатель надежности — это *количественная характеристика* одного или нескольких свойств, определяющих надежность системы. В основе большинства показателей надежности лежат оценки наработки системы, то есть продолжительности или объема работы, выполненной системой. Показатель надежности, относящийся к одному из свойств надежности, называется *единичным*. *Комплексный показатель* надежности характеризует несколько свойств, определяющих надежность системы.

Ниже приводятся наименования основных показателей надежности систем и их определения в соответствии с ГОСТ 27.002-80 «Надежность в технике. Термины и определения».

Единичные показатели надежности

К единичным показателям надежности в соответствии с ГОСТ 27.002-80 относятся показатели *безотказности*, показатели *ремонтпригодности* и показатели *долговечности*.

Показатели безотказности

1. *Вероятность безотказной работы* — вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ системы не возникнет.
2. *Вероятность отказа* — обратная величина, вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ системы возникнет.
3. *Средняя наработка до отказа* — математическое ожидание наработки системы до первого отказа (существенно для невосстанавливаемых систем).
4. *Средняя наработка на отказ* (T_0 , МТБФ — Main Time Between Failures) — отношение наработки восстанавливаемой системы к математическому ожиданию числа ее отказов в пределах этой наработки (имеет смысл только для восстанавливаемых систем).
5. *Интенсивность отказов* — условная плотность вероятности возникновения отказа восстанавливаемой системы, определяемая для рассматриваемого момента времени при условии, что до этого момента отказ не возник.
6. *Параметр потока отказов* ($\lambda(t)$) — отношение среднего числа отказов для восстанавливаемой системы за произвольно малую ее наработку к значению этой наработки.

Показатели ремонтпригодности

1. *Вероятность восстановления работоспособного состояния* — вероятность того, что время восстановления работоспособного состояния не превысит заданного.
2. *Среднее время восстановления работоспособного состояния*, T_v — математическое ожидание времени восстановления работоспособного состояния системы.

Показатели долговечности

1. *Средний ресурс* — математическое ожидание наработки системы от начала ее эксплуатации или ее возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние.
2. *Срок службы* ($T_{сс}$) — календарная продолжительность от начала эксплуатации системы или ее возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние.

Комплексные показатели надежности

1. *Коэффициент готовности (K_r)* — вероятность того, что система окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение системы по назначению не предусматривается

$$K_r = \frac{T_o}{T_o + T_b}$$

2. *Коэффициент оперативной готовности* — вероятность того, что система окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение системы по назначению не предусматривается, и начиная с этого момента будет работать безотказно в течение заданного времени.
3. *Коэффициент технического использования* — отношение математического ожидания интервалов времени пребывания системы в работоспособном состоянии за некоторый период эксплуатации к сумме математических ожиданий интервалов времени пребывания системы в работоспособном состоянии, простоев, обусловленных техническим обслуживанием, и ремонтов за тот же период эксплуатации

$$K_{тн} = \frac{T_o}{T_o + T_b + T_{п}}$$

где $T_{п}$ — время простоя системы, обусловленное выполнением планового технического обслуживания и ремонта (время профилактики), пересчитанное на один отказ.

4. *Коэффициент сохранения эффективности* — отношение значения показателя эффективности за определенную продолжительность эксплуатации к номинальному значению этого показателя, вычисленному при условии, что отказы в системе в течение того же периода эксплуатации не возникают.

Коэффициент сохранения эффективности характеризует степень влияния отказов в системе на эффективность ее применения по назначению. Из ранее приведенного определения теории надежности следует, что коэффициент сохранения эффективности может служить интегральным критерием оптимизации надежности системы. Действительно, критерий оптимизации — это показатель, для которого указана желаемая его величина или желаемое направление его изменения. Направление изменения коэффициента сохранения правильно выбранного показателя эффективности определяет основные ориентиры в поиске свойств системы, которые обеспечивают ее оптимальную надежность.

Для пользователей сложных информационных систем понятие их надежности ощущается в наибольшей степени по коэффициенту готовности системы K_r , то есть по отношению времени работоспособного состояния системы к времени ее незапланированного простоя. Для типичного современного сервера $K_r = 0,99$, что

означает примерно 3,5 суток простоя в год. За рубежом часто используется классификация систем по уровню надежности, показанная в табл. 20.1.

Таблица 20.1. Классификация систем по уровню надежности

Коэффициент готовности	Максимальное время простоя в год	Тип системы
0,99	3,5 сут.	Обычная (Conventional)
0,999	8,5 ч	Высокой надежности (High availability)
0,9999	1 ч	Отказоустойчивая (Fault resilient)
0,99999	5 мин.	Безотказная (Fault tolerant)

Обеспечение надежности функционирования ИС

Информационная система — это сложная человеко-машинная система, включающая в свой состав эргатические звенья, технические средства и программное обеспечение. Все методы обеспечения надежности и достоверности ИС можно отнести к двум классам. Один включает в себя методы, обеспечивающие безошибочность (безотказность, бессбойность) функциональных технических, эргатических и программных звеньев ИС, то есть, в конечном счете, повышающие их надежность. Другой — методы, обеспечивающие обнаружение и исправление ошибок, возникающих в информации, то есть методы контроля достоверности информации и ее коррекции, косвенно также повышающие функциональную надежность системы.

Названные классы не исключают, а взаимно дополняют друг друга, поскольку в такой сложной системе, как ИС, обеспечить высокую надежность и достоверность функционирования можно, только сочетая методы обоих классов.

Виды обеспечения надежности

Для построения надежных информационных систем можно использовать различные виды обеспечения:

- экономическое;
- временное;
- организационное;
- структурное;
- технологическое;
- эксплуатационное;
- социальное;
- эргатическое;
- алгоритмическое;
- синтаксическое;
- семантическое.

Обеспечение можно определить как совокупность факторов (элементов, методов, приемов, процедур, ресурсов и т. п.), способствующих достижению поставленной цели. Экономическое и временное обеспечения, обусловливаемые необходимостью соответственно материальных и временных затрат, используются для реализации процедур обеспечения достоверности. Организационное, эксплуатационное, техническое, социальное и эргатическое обеспечения применяются преимущественно для повышения надежности систем, а структурное и алгоритмическое обеспечения — для обоих классов методов.

Организационное обеспечение включает в себя вопросы разработки:

- правовых и методических аспектов функционирования ИС;
- нормативов достоверности информации по функциональным подсистемам и этапам преобразования информации;
- методики выбора и обоснования оптимальных структур, процессов и процедур преобразования информации и т. д.

Назначением *структурного* обеспечения является повышение надежности функционирования технических комплексов и эргатических звеньев, а также ИС в целом. Должно быть обосновано рациональное построение структуры ИС, непосредственно зависящее от качества решения таких вопросов, как выбор структуры технологического процесса преобразования информации, обеспечение обоснованных взаимосвязей между отдельными звеньями системы, резервирование элементов, узлов, устройств системы и использование специальных устройств, осуществляющих процедуры аппаратного контроля и т. д.

Технологическое и *эксплуатационное* обеспечения предназначены для повышения надежности работы технических средств и технологических комплексов. Технологическое обеспечение включает в себя выбор схемных и конструктивных решений применения отдельных технических устройств, технологий и протоколов реализации информационных процессов. Эксплуатационное обеспечение связано с выбором режимов работы устройств, технологий профилактического их обслуживания.

Социальное и *эргатическое* обеспечения имеют своим назначением повышение надежности работы эргатических структурных звеньев системы. Поскольку подавляющее большинство ошибок в информации возникает как раз из-за функциональной ненадежности именно этих звеньев (человеческого фактора), в литературе особенности их работы рассмотрены весьма обстоятельно. В одной из лучших работ по этой тематике [16] указываются пять видов причин ошибок, возникающих в эргатических звеньях:

- психологические — неадекватность восприятия информации, выработка и реализация неоптимальной стратегии;
- мотивационные — неправильная постановка задачи, несогласованность целей субъекта с целями управления;
- эмоциональные — неустойчивые изменения преобразующих свойств субъекта от внешних и внутренних причин;

- интуитивные — неформализованный в сознании субъекта опыт, отражающий реальную ситуацию нерелевантно;
- эволюционные — устойчивые изменения преобразующих свойств субъекта в результате обучения или забывания.

Указанные причины могут привести к субъективным ошибкам трех типов:

- потере части полезной информации;
- внесению дополнительной (полезной или вредной) информации, не содержащейся в исходном сообщении;
- неадекватному преобразованию информации.

К *социальному* обеспечению относятся, например, такие факторы, как создание здоровой психологической обстановки в коллективе, повышение ответственности за выполненную работу, повышение квалификации специалистов, увеличение моральной и материальной заинтересованности в правильности выполнения работы. Особенно важно обеспечить согласованность целей субъекта с целями управления: лишь тогда, когда работник заинтересован в получении объективных, достоверных данных, они могут быть получены.

Эргатическое обеспечение включает в себя комплекс факторов, связанных с рациональной организацией работы человека в системе. Это, в первую очередь, правильное распределение функций между людьми и техническими средствами, обоснованность норм и стандартов работы, оптимальность интенсивности и ритмичности, построение рабочих мест в соответствии с требованиями эргономики.

Алгоритмическое обеспечение широко применяется для повышения надежности системы (обеспечение высокого качества и безошибочности алгоритмов и программ преобразования информации) и для реализации контроля достоверности информации.

Информационное синтаксическое и семантическое обеспечения заключаются во введении в ИС специальной информационной избыточности, соответственно, избыточности данных и смысловой избыточности, обуславливающих возможность проведения контроля достоверности информации.

Поскольку понятие «избыточность» — очень важное понятие в теории надежности, причем наличие избыточности является необходимым условием возможности проведения контрольных процедур, рассмотрим его более подробно.

Избыточность информационных систем

Первоначально понятие избыточности использовалось только применительно к информации. Так, Х. Найквист, впервые применивший данный термин, избыточной считал ту бесполезную составляющую сигнала, которая не передает сообщения; К. Шеннон количественно определил избыточность источника информации через свою любимую энтропию. В настоящее время понятие избыточности существенно отличается от первоначального: оно расширилось и максимально приблизилось к понятию «резервирование». Согласно ГОСТ 18347-75, резервирование — это метод повышения надежности объекта введением избыточности.

Там же **избыточность** определена как дополнительные средства и возможности сверх минимально необходимых для выполнения объектом заданных функций.

Избыточность чаще всего используется для выражения относительной категории, но может иметь и абсолютное исчисление. Так, количественно абсолютную избыточность $R_{абс}$ можно определить как разность между используемым разнообразием V_i системы по рассматриваемому виду элементов обеспечения и минимально необходимым ее разнообразием V_0^i , достаточным для выполнения возложенных на систему функций:

$$R_{абс} = V_i - V_0^i.$$

Относительная избыточность или просто избыточность R :

$$R = R_{абс} / V_0^i = V_i / V_0^i - 1.$$

Отношение $K_{изб} = V_i / V_0^i$ носит название *коэффициента избыточности*.

Виды избыточности, как правило, совпадают с видами обеспечения, в рамках которого они формируются. Например, в структурном обеспечении используется структурная избыточность, в алгоритмическом обеспечении — алгоритмическая избыточность и т. п. Но понятие «обеспечение» шире понятия «избыточность», поскольку обеспечение обуславливает как возможность проведения процедур, так и сами процедуры, а избыточность — только саму такую возможность.

Синтаксическая избыточность информации непосредственно связана с понятием информативности (содержательности). Если сообщение, содержащее объем данных V_d , можно отобразить меньшим объемом данных $V_{0д}$, то говорят, что данное сообщение имеет синтаксическую избыточность $R_{абс} = V_d - V_{0д}$.

Если информация закодирована в системе счисления с основанием m , то синтаксическая абсолютная избыточность может быть определена как разность между количеством содержащихся в ней символов n и минимально возможным количеством символов n_0 , необходимых для представления всего множества семантически различных сообщений N .

Поскольку $n_0 = \log_m N$, то $R_{абс} = n - \log_m N$.

Избыточная семантическая информация — это информация, превышающая полную информацию и формально являющаяся лишней в сообщении, то есть такой, без которой можно точно установить смысл и значение сообщения.

Избыточность, как правило, вводится в систему искусственно, специально для повышения надежности системы и обеспечения достоверности преобразуемой информации, но может быть и естественной, внутренне присущей самой системе. Последнее часто относится к семантической избыточности — семантическая избыточность связана с наличием в сообщении сведений, коррелирующих между собой или уже известных пользователю.

Следует заметить, что многие виды обеспечения надежности и достоверности тесно взаимосвязаны и пересекаются друг с другом, особенно это касается видов обеспечения, связанных с введением соответствующей им избыточности. Практически применение только одного какого-либо вида избыточности для обеспечения надежности и достоверности работы системы встречается довольно редко;

значительно более эффективным оказывается комплексное использование сразу нескольких видов избыточности для одних и тех же процедур преобразования информации.

Практическая реализация надежных информационных систем

Обеспечение надежности технических компонентов информационных систем чаще всего реализуется аппаратным и программным способами.

В первом случае ИС использует аппаратную избыточность:

- все операции выполняются параллельно на одинаковых компонентах системы, а результаты их работы затем сравниваются, что позволяет выявить ошибки;
- в случае выхода из строя какого-либо компонента его резервные аналоги продолжают работу без остановки, а отказавший компонент заменяется на работоспособный.

Программный способ предусматривает:

- последовательное во времени выполнение одних и тех же информационных процессов и дублирование данных;
- автоматическое восстановление отказавших операционных систем, приложений и искаженных данных.

На сегодняшний день разработано много конкретных практических способов повышения надежности информационных систем.

Для обеспечения надежности технических средств чаще всего производится:

- резервирование (дублирование) технических средств (компьютеров и их компонентов, сегментов сетей и т. д.);
- использование стандартных протоколов работы устройств ИС;
- применение специализированных технических средств защиты информации.

Для обеспечения надежности функционирования программного комплекса ИС требуется:

- тщательное тестирование программ, опытное исполнение программы с целью обнаружения в ней ошибок (обязательное условие эффективного тестирования — по крайней мере один раз выполнить все разветвления программы в каждом из возможных направлений);
- использование стандартных протоколов, интерфейсов, библиотек процедур, лицензионных программных продуктов;
- использование структурных методов для обеспечения надежной работы программных комплексов (иерархическое построение программ, разбиение программ на сравнительно независимые модули и т. д.);
- изоляция параллельно работающих процессов, в результате чего ошибки в работе одной программы не влияют на работу операционной системы и других программ.

Обеспечение надежности баз данных

Несколько специфичны вопросы обеспечения целостности базы данных в ИС. К надежности базы данных (БД) предъявляются особо жесткие требования, поскольку информация, хранящаяся в них, используется обычно многократно.

Под *целостностью базы данных* понимается такое ее состояние, когда имеет место полное и точное сохранение всех введенных в БД данных и отношений между ними, иными словами, если не произошло случайной или несанкционированной модификации, разрушения или искажения этих данных или их структуры.

Для сведения к минимуму потерь от случайных искажений данных необходимо иметь возможность своевременно обнаруживать и устранять возникающие ошибки на этапах хранения, обновления и реорганизации базы данных. Это требует большого набора вспомогательных программ обслуживания баз данных, возможно, даже автономных по отношению к системе управления базой данных.

В частности, к ним относятся программы:

- ведения системного журнала, подробно фиксирующего каждую операцию (транзакцию) над базой данных;
- эффективного контроля достоверности;
- репликации для получения копии базы данных (или ее частей) с целью последующего их восстановления при искажении;
- восстановления для возврата базы данных в первоначальное состояние при обнаружении искажения данных (используют копии базы данных и массивы изменений, формируемые в журнале).

Для надежной работы базы данных ИС осуществляются:

- непрерывное администрирование базы данных ИС;
- регистрация каждого имевшего место доступа к базе данных и выполненных изменений в журнале БД. Системный журнал изменений содержит хронологическую последовательность записей всей информации об изменениях, вносимых в базу данных. В частности, в этот журнал заносятся:
 - текст запроса на изменение БД («журнал заявок»), содержащий описание транзакции, терминала и пользователя, время, текст исходного сообщения, тип и адрес изменения данных;
 - копии файлов БД до внесения в нее изменений («до-журнал»);
 - копии файлов БД после внесения в нее изменений («после-журнал»).
- использование средств СУБД для санкционированного доступа и защиты данных (формирование подсхем базы данных как подмножества структуры базы данных);
- создание страховых (резервных) копий базы данных, «зеркалирование» дисков;
- ведение четко регламентированной системы документооборота и форм документов, разрешенных к использованию;
- криптографирование базы данных;
- формирование групп пользователей и задание для них профилей работы и привилегий доступа к ресурсам БД.

Для обеспечения целостности баз данных могут устанавливаться специальные режимы использования файлов базы данных:

- *монопольный* — запрещающий обращения к БД от всех программ, кроме одной, вносящей изменения и считывающей информацию из полей базы данных;
- *защищенный* — вносить изменения в БД вправе лишь одна программа, а остальные программы могут только считывать информацию;
- *разделенный* — все программы могут и изменять и читать базу данных, но если одна из них начала работать с БД, остальные ждут окончания этой работы.

Резервирование и восстановление баз данных при аварийных завершениях программы (отказ системы, повреждение носителя) выполняется также по нескольким стратегиям. В частности, резервирование файлов базы данных может выполняться:

- в одном поколении (создание точных копий — дублей файлов БД);
- в разных поколениях (хранятся дубли нескольких временных поколений файлов: «дед», «отец», «сын» и т. д., а также ведется системный журнал изменений);
- смешанное резервирование, использующее совместно две первые стратегии.

Наилучшие результаты обеспечивает смешанное резервирование с системным журналом и контрольными точками отката (рестарта).

Контрольные точки (точки рестарта, точки отката) — место повторного запуска программы при аварийном ее завершении. В контрольных точках обычно выполняются: внесение изменений в БД (в том числе всех изменений, ожидающих своей очереди — неоперативные файлы), разблокирование всех файлов, на обращение к которым был наложен запрет, запись информации о контрольной точке в системный журнал.

Использование *массивов RAID* (Redundant Array of Inexpensive Disks — избыточный массив недорогих дисков) существенно уменьшает риск простоя системы из-за отказов накопителей на магнитных дисках, которые являются одним из наименее надежных компонентов современных компьютеров.

В качестве наиболее эффективных мер комплексного обеспечения надежности ИС можно назвать кластеризацию компьютеров и использование отказоустойчивых компьютеров.

Кластеризация компьютеров

Кластер — это несколько компьютеров (узлов кластера), соединенных коммуникационными каналами и разделяющих общие ресурсы. Кластер имеет общую файловую систему и пользователем воспринимается как единый компонент. *Надежность работы кластера* обеспечивается программами, регулируемыми скоординированное использование общекластерных ресурсов, обмен информацией между узлами кластера, и осуществляющими взаимный контроль работоспособности этих узлов. Отличительной особенностью кластера является то, что каждый его работающий компьютер может взять на себя дополнительную нагрузку отказавшего узла. Кластерные системы разрабатываются многими известными

фирмами (IBM, Hewlett–Packard, DEC и т. д.). Все известные кластерные решения обеспечивают высокую готовность системы (коэффициент готовности до 0,999 — high availability), возможность наращивания производительности за счет установки нового оборудования или замены устаревшего.

Кластерные системы используют специальные программы, осуществляющие оптимальное распределение ресурсов и удобное администрирование, в частности:

- программы, выполняющие обнаружение и корректировку системных сбоев;
- программы, обеспечивающие непротиворечивость доступа приложений с разных компьютеров к общим ресурсам;
- утилиты гибкого конфигурирования файловых систем, конфигурирования и мониторинга состояния кластера;
- программные модули управления дисковыми томами и т. д.

В случае возникновения отказа кластерная система выполняет:

- идентификацию отказа;
- формирование нового кластера;
- запуск сценариев (контрольных программ);
- тестирование файловой системы;
- запуск базы данных и ее восстановление;
- перезапуск программ-приложений.

Например, компания IBM разработала кластерную систему для четырех или пяти компьютеров IBM RISC System/6000, реализующую следующие стратегии:

- один компьютер находится в постоянной готовности и подстраховывает три других работающих компьютера;
- работают четыре компьютера, а пятый, дополнительный компьютер подстраховывает остальные;
- работают четыре компьютера, и в случае отказа одного из них нагрузка перераспределяется между тремя работоспособными;
- четыре компьютера работают одновременно с одними и теми же общими данными (отказоустойчивый вариант кластера).

Отказоустойчивые компьютеры

Все большее распространение находят однопроцессорные или многопроцессорные компьютеры (чаще всего серверы) с отказоустойчивыми аппаратными компонентами. В отличие от кластерных отказоустойчивые системы (fault tolerant) упор делают на аппаратное обеспечение надежности и гарантируют не просто сокращение времени простоя (увеличение коэффициента готовности), а вообще предотвращение и исключение возможности появления таких простоев. В основу архитектуры отказоустойчивых систем заложено дублирование, в том числе и многократное, технических компонентов.

В отказоустойчивых компьютерах любая команда выполняется одновременно на всех дублированных компонентах, и результаты выполнения команд сравнива-

ются. Окончательное решение принимается по принципу мажоритирования (по большинству одинаковых результатов). Каждый из продублированных компонентов продолжает работу и в случае отказа одного из его дублей таким образом, что система не замечает этого отказа и на ее функционировании это не отражается. Но отказавший компонент идентифицируется и замещается в режиме «горячей замены», то есть без отключения системы.

Достоверность информационных систем

В силу специфики информационных систем, которые априори предназначены для преобразования информации, важнейшим их свойством является достоверность функционирования.

Достоверность функционирования — это свойство системы, обуславливающее безошибочность производимых ею преобразований информации.

Достоверность функционирования ИС полностью определяется и измеряется *достоверностью ее результирующей информации*. Для ИС достоверность функционирования является не просто одним из свойств их надежности, но приобретает и самостоятельное значение, поскольку именно достоверность конечной информации обуславливает требования к надежности системы.

Как уже указывалось, надежность ИС — не самоцель, а лишь средство обеспечения оптимальной достоверности ее выходной информации, обуславливающей наивысшую эффективность функционирования системы.

Достоверность информации — это свойство информации отражать реально существующие объекты с необходимой точностью. Достоверность (D) информации измеряется доверительной вероятностью необходимой точности, то есть вероятностью того, что отражаемое информацией значение параметра отличается от истинного значения этого параметра в пределах необходимой точности:

$$D = P\{\Delta \in [\Delta_n]\},$$

где Δ — реальная точность отображения параметра, $[\Delta_n]$ — диапазон необходимой точности отображения параметра.

Для более полного понимания вышеприведенного определения следует пояснить некоторые присутствующие в нем понятия.

Истинная информация — информация, объективно, точно и правильно отражающая характеристики и признаки какого-либо объекта или явления (адекватная заданному параметру объекта).

Точность информации — это характеристика, показывающая степень близости отображаемого значения параметра и истинного его значения.

Необходимая точность определяется функциональным назначением информации и должна обеспечивать правильность принятия управленческих решений.

Таким образом, при оценке истинности информации существуют две основные вероятностные задачи:

- определение точности информации или расчет математического ожидания абсолютной величины отклонения значения показателя от объективно существующего истинного значения отображаемого им параметра;
- определение достоверности информации или вычисление вероятности того, что погрешность показателя не выйдет за пределы допустимых значений.

Адекватность отражения включает в себя понятия и точности, и достоверности, которые не должны смешиваться (что иногда имеет место в определениях достоверности информации, приводимых в ряде книг).

Из сказанного следует, что нарушение надежности ИС, приводящее к ухудшению точности результирующей информации в пределах необходимой точности, не снижает эффективности функционирования системы (коэффициента сохранения эффективности). И если отсутствие информации в положенное время (ее несвоевременность) трактовать в обобщенном виде как наличие недостоверной информации, то единственным показателем качества информации, зависящим от надежности ИС и влияющим на эффективность ее функционирования, является достоверность.

Показатели достоверности информации

Достоверность информации может рассматриваться с разных точек зрения. Поэтому для достоверности правомерно и целесообразно использовать систему показателей.

Единичные показатели достоверности информации

1. *Доверительная вероятность* необходимой точности (достоверность) — $D = 1 - P_{\text{ош}}$ — вероятность того, что в пределах заданной наработки (информационной совокупности — массива, показателя, реквизита, кодового слова, символа или иного информационного компонента) отсутствуют грубые погрешности, приводящие к нарушению необходимой точности.
2. *Средняя наработка информации на ошибку* — $Q = 1/P$. Отношение объема информации, преобразуемой в системе, к математическому ожиданию количества ошибок, возникающих в информации.
3. *Вероятность ошибки* (параметр потока ошибок) — $P_{\text{ош}}$ — вероятность появления ошибки в очередной информационной совокупности.

Показатели корректируемости информационных систем

1. *Вероятность коррекции в заданное время* — $P_{\text{корр}}(\tau)$ — вероятность того, что время, затрачиваемое на идентификацию и исправление ошибки, не превысит заданного τ .
2. *Среднее время коррекции информации* — $T_{\text{н}}$ — математическое ожидание времени, затрачиваемого на идентификацию и исправление ошибки.

Комплексные показатели достоверности

1. Коэффициент информационной готовности —

$$K_{иг} = \frac{T_{раб} - (T_{в} + T_{и})}{T_{раб}}$$

это вероятность того, что информационная система окажется способной к преобразованию информации в произвольный момент времени того периода ($T_{раб}$), который планировался для этого преобразования, то есть выполнения условия, что в данный момент времени система не будет находиться в состоянии внепланового обслуживания, вызванного устранением отказа или идентификацией и исправлением ошибки.

2. Коэффициент информационного технического использования —

$$K_{ти} = \frac{T_{раб} - (T_{в} + T_{к} + T_{и})}{T_{раб} + T_{пф}}$$

это отношение математического ожидания планируемого времени работы системы на преобразование информации, за вычетом времени восстановления $T_{в}$, контроля — $T_{к}$, идентификации и исправления ошибок — $T_{и}$, к сумме планируемого времени работы системы и профилактического обслуживания $T_{пф}$.

Наряду с понятием достоверности информации существует понятие достоверности данных, рассматриваемое в синтаксическом аспекте. Под **достоверностью данных** понимается их безошибочность. Она измеряется вероятностью отсутствия ошибок в данных (в отличие от достоверности информации, к снижению достоверности данных приводят любые погрешности, а не только грубые). Недостоверность данных может не повлиять на объем данных, но может и уменьшить и увеличить его, в отличие от недостоверности информации, всегда уменьшающей ее количество. Наконец, недостоверность данных может не нарушить достоверность информации (например, при наличии в последней необходимой избыточности).

Обеспечение достоверности информации

Одним из наиболее действенных средств обеспечения достоверности информации в ИС является ее контроль. **Контроль** — процесс получения и обработки информации с целью оценки соответствия фактического состояния объекта предъявляемым к нему требованиям и выработки соответствующего управляющего решения. Объектом контроля в нашем случае является достоверность информации, следовательно, при контроле должно быть выявлено соответствие фактической и необходимой точности представления информации или, с учетом рассмотренной ранее нормы этого соответствия, выявлено наличие или отсутствие ошибок в контролируемой информации. При обнаружении ошибки должны быть приняты меры для ее устранения или, по крайней мере, выработаны соответствующие рекомендации по локализации и идентификации обнаруженной

ошибки и уменьшению последствий ее влияния на функционирование ИС; исправление ошибок в последнем случае выполняется путем выполнения некоторых внешних относительно процедуры контроля операций.

Классификация методов контроля достоверности

Методы контроля достоверности информации, применяемые в ИС, весьма разнообразны [6]. Классификация методов контроля (рис. 20.1) может быть выполнена по большому числу признаков, в частности: по назначению, по уровню исследования информации, по способу реализации, по степени выявления и коррекции ошибок.

Методы контроля достоверности

Назначение метода	<ul style="list-style-type: none"> • Профилактический • Рабочий • Генезисный
Уровень исследования информации	<ul style="list-style-type: none"> • Синтаксический • Семантический • Прагматический
Способ реализации	<ul style="list-style-type: none"> • Организационный • Аппаратный • Программный • Программно-логический • Алгоритмический • Тестовый
Степень выявления ошибок	<ul style="list-style-type: none"> • Обнаруживающий • Локализирующий • Исправляющий

Рис. 20.1. Классификация методов контроля достоверности информации

Классификация методов контроля достоверности по назначению

По назначению следует различать профилактический, рабочий и генезисный контроль.

Профилактический контроль и, например, одна из наиболее распространенных его форм — тестовый контроль, предназначены для выявления состояния системы в целом и отдельных ее звеньев до включения системы в рабочий режим. Целью профилактического контроля, осуществляемого часто в утяжеленном режиме работы системы, является выявление и прогнозирование неисправностей в ее работе с последующим их устранением.

Рабочий контроль, или контроль в рабочем режиме, производится в процессе выполнения системой возложенных на нее функций. Он, в свою очередь, может быть разделен на функциональный контроль и контроль качества продукции. *Функциональный контроль* может преследовать цель либо только проверки работоспособности (отсутствия неисправностей) системы, либо, кроме того, установления места и причины неисправности (диагностический контроль). *Контроль качества* продукции в нашем случае как раз и является контролем достоверно-

сти информации как одним из важнейших показателей качества продукции выпускаемой ИС.

Генезисный контроль проводится для выяснения технического состояния системы в прошлые моменты времени с целью определения причин сбоев и отказов системы, имевших место ранее, сбора статистических данных об ошибках, их характере, величине и последствиях (экономических потерях) этих ошибок для ИС.

Классификация методов контроля достоверности по уровню исследования информации

По уровню исследования информации контроль может быть синтаксический, семантический и прагматический.

Синтаксический контроль — это, по существу, контроль достоверности данных, не затрагивающий содержательного, смыслового аспекта информации. Предметом синтаксического контроля являются отдельные символы, реквизиты, показатели: допустимость их наличия, допустимость их кодовой структуры, взаимных сочетаний и порядка следования.

Семантический контроль оценивает смысловое содержание информации, ее логичность, непротиворечивость, согласованность, диапазон возможных значений параметров, отражаемых информацией, динамику их изменения.

Прагматический контроль определяет потребительную стоимость (полезность, ценность) информации для управления, своевременность и актуальность информации, ее полноту и доступность.

Классификация методов контроля достоверности по способу реализации

По способу реализации контроль может быть организационным, программным, аппаратным и комбинированным.

Организационный контроль достоверности является одним из основных в ИС. Он представляет собой комплекс мероприятий, предназначенных для выявления ошибок на всех этапах участия эргатического звена в работе системы, причем обязательным элементом этих мероприятий является человек или коллектив людей.

Программный контроль основан на использовании специальных программ и логических методов проверки достоверности информации или правильности работы отдельных компонентов системы и всей системы в целом. Программный контроль, в свою очередь, подразделяется на программно-логический, алгоритмический и тестовый.

Программно-логический контроль базируется на использовании синтаксической или семантической избыточности; алгоритмический контроль использует как основу вспомогательный усеченный алгоритм преобразования информации, логически связанный с основным рабочим алгоритмом (тестовый контроль был рассмотрен чуть выше).

Аппаратный контроль реализуется посредством специально встроенных в систему дополнительных технических схем. Этот вид контроля также подразделяется

на непрерывный и оперативный (аппаратно-логический) контроль достоверности, а также непрерывный контроль работоспособности.

Непрерывный контроль достоверности функционирует непрерывно в процессе работы системы параллельно с процедурами основного технологического процесса преобразования информации. Во время оперативного (аппаратно-логического) контроля достоверности выполнение основных технологических операций над информацией приостанавливается. *Непрерывный контроль работоспособности* — это уже не контроль достоверности информации, а контроль значений параметров компонентов системы с помощью встроенных в них датчиков.

Классификация методов контроля достоверности по степени выявления и коррекции ошибок

По степени выявления и коррекции ошибок контроль делится на:

- *обнаруживающий*, фиксирующий только сам факт наличия или отсутствия ошибки;
- *локализирующий*, позволяющий определить как факт наличия, так и место ошибки (например символ, реквизит и т. д.);
- *исправляющий*, выполняющий функции и обнаружения, и локализации, и исправления ошибки.

В работах [6, 8] приведен обширный список методов контроля достоверности информации (более 100 методов), в том числе методы, использующие контрольные суммы и контрольные байты, коды с обнаружением и автоматическим исправлением ошибок (корректирующие коды), методы семантического и балансового контроля, методы алгоритмического и эвристического контроля, методы верификации, прямого и обратного преобразования (передачи) информации и т. д.

Основные показатели качества контроля достоверности

Функциональные показатели качества контроля (показатели его эффективности) должны количественно определять степень приспособленности и выполнения контролем поставленных перед ним задач. В общем случае контроля такими показателями могут служить коэффициенты, численно равные условным вероятностям соответствующих событий при условии наличия ошибки.

Для обнаруживающего и локализирующего контроля такими коэффициентами являются:

- коэффициент обнаружения ошибок — $K_{\text{обн}} = N_{\text{обн}} / N_{\text{ош}} = P_{\text{обн}} / P_{\text{ош}}$;
- коэффициент необнаружения ошибок — $K_{\text{но}} = N_{\text{но}} / N_{\text{ош}} = P_{\text{но}} / P_{\text{ош}}$;
- коэффициент локализации ошибок $K_{\text{лок}}$ для большинства методов локализирующего контроля равен коэффициенту обнаружения, то есть $K_{\text{лок}} = K_{\text{обн}}$.

Методы контроля, исправляющие ошибки, характеризуются следующими коэффициентами:

- исправления ошибок $K_{\text{испр}} = N_{\text{испр}} / N_{\text{ош}} = P_{\text{испр}} / P_{\text{ош}}$;
- искажения ошибок $K_{\text{иск}} = N_{\text{иск}} / N_{\text{ош}} = P_{\text{иск}} / P_{\text{ош}}$;

- обнаружения ошибок $K_{обн} = N_{обн} / N_{ош} = P_{обн} / P_{ош}$;
- необнаружения ошибок $K_{но} = N_{но} / N_{ош} = P_{но} / P_{ош}$.

В этих соотношениях:

- N — число структурных элементов (символов, реквизитов, показателей и т. д.) в информационной совокупности;
- $N_{но}, N_{испр}, N_{иск}, N_{обн}$ — число ошибок, которые в процессе контроля, соответственно, не обнаруживаются, правильно исправляются, неверно исправляются (искажаются), только обнаруживаются (факт наличия которых просто устанавливается, а сами они не исправляются);
- $P_{ош}, P_{обн}, P_{но}, P_{испр}, P_{иск}$ — вероятности наличия ошибки, обнаружения, необнаружения, исправления и искажения ошибки, соответственно.

Важными показателями качества контроля являются также:

- коэффициент выявления ошибок $K_{выявл} = N_{выявл} / N_{ош}$, характеризующий суммарное относительное число выявляемых ($N_{выявл}$) ошибок в контролируемой информационной совокупности;
- коэффициент трансформации ошибок $K_{тр} = N_{ош.вых} / N_{ош}$, характеризующий суммарное относительное число необнаруженных и вновь внесенных при контроле ($N_{ош.вых}$) ошибок.

Для контроля с исправлением ошибок:

$$K_{выявл} = K_{испр} + K_{иск} + K_{обн};$$

$$K_{тр} = K_{но} + K_{иск}.$$

Для контроля с обнаружением ошибок:

$$K_{испр} = K_{иск} = 0,$$

$$K_{выявл} = K_{обн},$$

$$K_{тр} = K_{но}.$$

В качестве дополнительных функциональных показателей могут быть использованы значения вероятности правильного необнаружения ошибки и ложного обнаружения ошибки, учитывающие надежность работы системы контроля:

- $P_{пр}$ — вероятность правильного необнаружения ошибки, то есть такого события, когда не вырабатывается информация о наличии ошибки при условии действительного ее отсутствия;
- $P_{лт}$ — вероятность ложного обнаружения ошибки (ложной тревоги), то есть такого события, когда вырабатывается информация о наличии ошибки при реальном ее отсутствии.

Соответствующие коэффициенты $K_{пр} = P_{пр} / P_{ош}$, $K_{лт} = P_{лт} / P_{ош}$ могут быть существенно больше 1, поскольку $K_{пр} + K_{лт} = (1 - P_{ош}) / P_{ош}$.

Технико-эксплуатационные показатели контроля:

- алгоритмическая сложность контроля;
- вид и величина используемой избыточности;

- надежность контроля;
- универсальность (возможность использования на различных фазах технологического процесса, при решении различных задач и для различных групп и типов информационных ошибок) и др.

Экономические показатели эффективности контроля — это затраты на контроль:

- единовременные;
- текущие;
- материальные;
- трудовые;
- временные.

Помехозащищенное кодирование информации

Наиболее эффективными и перспективными методами контроля достоверности информации являются методы, использующие **корректирующие коды** с обнаружением и исправлением ошибок. При относительно небольшой избыточности (по сравнению с методами верификации, повторного преобразования и т. п.) эти методы имеют высокую корректирующую способность.

В технических системах *корректирующие коды* получили чрезвычайно широкое применение: в настоящее время, вероятно, нет ни одной эффективно функционирующей сложной технической информационной системы, где бы многократно не использовались эти коды. В современных компьютерах, например, на основе кодов с обнаружением и кодов с автоматическим исправлением ошибок строится весьма разветвленный контроль достоверности многих блоков (ранее уже упоминалось об использовании в накопителях CD и DVD корректирующих кодов Рида–Соломона, в дисковых массивах RAID — циклических кодов с исправлением ошибок, в технологии SMART и в модулях оперативной памяти — кодов Хэмминга с исправлением ошибок и т. д.).

В эрготехнических компонентах ИС чаще используются обнаруживающие ошибки коды, а коды с автоматическим исправлением ошибок широкого использования пока не нашли, вероятно, в связи с большей сложностью недвоичного исполнения этих кодов и малого знакомства с ними разработчиков и пользователей информационных систем.

Познакомимся кратко с основами построения корректирующих кодов в произвольной системе счисления.

По общности построения корректирующих кодов все операции по преобразованию информации можно разделить на два класса.

- Преобразования информации, в которых входные и выходные слова совпадают. К этому классу преобразований относятся операции передачи, хранения, перезаписи информации с одного носителя на другой, ввода информации и вывода ее из компьютера. Практически этот класс преобразований охватыва-

ет почти все основные операции, выполняемые вне вычислительных машин, и многие операции внутри компьютеров.

□ Преобразования информации, в которых входные и выходные слова в общем случае не совпадают: арифметические и логические операции над информацией.

Для разработчиков и пользователей ИС наибольший интерес представляют корректирующие коды для преобразований 1-го класса, так как преобразования 2-го класса почти все выполняются внутри компьютера, где для обеспечения достоверности используются двоичные корректирующие коды, в том числе и арифметические. Во внешнем мире более предпочтительны недвоичные корректирующие коды, десятичные и буквенно-цифровые, в частности.

При построении любых корректирующих кодов используется *синтаксическая информационная избыточность* преобразуемых данных или, другими словами, избыточность кодирования информации. Введение избыточности, естественно, приводит к увеличению объема перерабатываемой информации, к увеличению времени ее обработки, к усложнению аппаратуры. Код, позволяющий достичь заданного эффекта коррекции при минимальной теоретически допустимой избыточности, считается *оптимальным*.

Корректирующая способность кода, также как и метода контроля, определяется условными вероятностями (коэффициентами необнаружения, обнаружения, искажения или исправления) соответствующего класса ошибок: $K_{\text{но}}, K_{\text{обн}}, K_{\text{иск}}, K_{\text{испр}}$. Основная идея обнаружения и исправления ошибок преобразования информации с использованием корректирующих кодов состоит в следующем.

При обнаружении ошибок все множество входных и выходных слов ИС преобразования разбивается на две категории: разрешенных слов множества и запрещенных слов множества. Если в результате преобразования получаем выходное слово, относящееся к категории разрешенных слов, считаем, что операция выполнена правильно; если выходное слово относится к категории запрещенных слов, значит, при выполнении преобразования была допущена ошибка.

Используем понятие кодового расстояния между словами (кодowymi словами). *Кодовое расстояние* — d — между двумя словами равно числу разрядов, в которых рассматриваемые слова различаются между собой. Для обнаружения однократной ошибки (ошибки в одном разряде) достаточно выбрать такие разрешенные слова, которые отличаются друг от друга как минимум в двух разрядах, то есть кодовое расстояние между разрешенными кодowymi словами должно быть $d \geq 2$.

В общем случае для возможности обнаружения ошибки кратности $l_{\text{обн}}$ (ошибки, исказившей $l_{\text{обн}}$ символов в кодowym слове) минимальное кодовое расстояние между разрешенными кодowymi словами должно быть

$$d_{\text{мин}} = l_{\text{обн}} + 1.$$

При исправлении ошибок все множество входных и выходных слов разбивается на группы, и каждому разрешенному кодowym слову ставится в соответствие одна такая группа. Если в результате преобразования получили запрещенное

слово, входящее в состав одной из таких групп, то оно заменяется тем разрешенным словом, которому поставлена в соответствие данная группа.

Для исправления однократной ошибки достаточно выбрать разрешенные кодовые слова так, чтобы они находились друг от друга на кодовом расстоянии $d \geq 3$, а разрешенным кодовым словам поставить в соответствие все запрещенные слова, находящиеся от них на кодовом расстоянии $d = 1$ (действительно, однократная ошибка изменяет в слове только один символ, следовательно, может переместить искаженное слово только на расстояние $d = 1$ от правильного).

В общем случае, для возможности исправления всех ошибок кратности не больше, чем $l_{\text{испр}}$, необходимо иметь минимальное кодовое расстояние между разрешенными кодовыми словами:

$$d_{\text{мин}} = 2 \cdot l_{\text{испр}} + 1.$$

Существуют коды, позволяющие автоматически исправлять все ошибки кратности не больше $l_{\text{испр}}$ и, одновременно, обнаруживать все ошибки кратности не больше $l_{\text{обн}}$, причем $l_{\text{обн}} \geq l_{\text{испр}}$. В этом случае необходимо иметь следующее кодовое расстояние между разрешенными кодовыми словами:

$$d_{\text{мин}} = l_{\text{испр}} + l_{\text{обн}} + 1.$$

Многие алгоритмы построения различных корректирующих кодов (в том числе и циклических, и итеративных) рассмотрены в работах [6, 8].

Ниже познакомимся лишь с несколькими конкретными корректирующими кодами с обнаружением и исправлением ошибок, предварительно заметив, что однократные ошибки в ИС обычно встречаются гораздо чаще двукратных, а последние — чаще трехкратных и т. д. При независимости возникновения искажений в символах вероятность появления однократной ошибки подчиняется биномиальному закону так, что соотношение частот появления однократных и двукратных ошибок лежит в пределах 500–1000. Из этого следует, что наиболее эффективны для информационных систем коды, обнаруживающие и исправляющие ошибки малой кратности и, в частности, однократные ошибки.

Десятичные коды с обнаружением однократных ошибок

В общем случае в исходное десятичное число (слово) вводится один или несколько дополнительных контрольных разрядов так, чтобы сумма всех цифр числа была кратна q , то есть:

$$\sum_{i=1}^n \mu_i A_i = 0 \text{ mod } q,$$

где A_i — цифра i -го разряда числа, μ_i — весовой коэффициент i -го разряда числа.

В простейшем случае при $q = 10$ добавляется всего один контрольный разряд, обнаруживаются все однократные ошибки и большинство ошибок более высоких кратностей.

Например, исходное число 90 723 092 001, сумма цифр числа равна 33. Чтобы сумма цифр кодового слова была кратна 10, следует добавить в конце числа

цифру 7 — новое число 907 230 920 017. Эта кодовое слово будет разрешенным, поскольку сумма цифр у него кратна $q = 10$. Любая однократная ошибка (искажение одной цифры) переведет это кодовое слово в категорию запрещенных — сумма цифр не будет кратна 10.

Повысить обнаруживающую способность кода для ошибок второй и больших кратностей (в частности, для обнаружения ошибок типа перестановок соседних цифр) можно, используя при $q = 10$ следующую оптимальную последовательность весовых коэффициентов: $\mu_i = 1, 7, 9, 3, 1, 7$ и т. д. (в качестве μ_i нельзя брать значения четные или кратные 5, поскольку $q = 10 = 2 \cdot 5$, q — составное число). Этого же можно достигнуть и при любых значениях μ_i , взяв в качестве модуля простое число, например $q = 11$, но в последнем случае придется добавить два контрольных разряда (кстати, при двух контрольных разрядах оптимальное значение $q = 97$).

Десятичные коды с автоматическим исправлением однократных ошибок

В качестве примера возьмем двоичный код Хэмминга, модифицированный автором на произвольную систему счисления [6, 7].

В исходное m -разрядное кодовое слово вводится дополнительно k контрольных разрядов так, что их номера j равны целой степени числа 2: $j = 1, 2, 4, 8, 16, \dots, 2^{k-1}$.

Обозначим через i номера разрядов в образованном кодовом слове, тогда номера контрольных разрядов будут $i = j$. Значение символа A_j в j -м контрольном разряде выбирается из условия кратности $q = 10$ контрольной суммы E_j , соответствующей этому разряду:

$$E_j = \sum_{i=1}^n \mu_i A_i = 0 \pmod{10},$$

где $n = m + k$,

$$\mu_i = \begin{cases} 0 & \text{при } \left\lfloor \frac{i}{j} \right\rfloor = 2f, \\ 1 & \text{при } \left\lfloor \frac{i}{j} \right\rfloor = 2f+1, \end{cases} \quad f = \overline{1, n}$$

($\mu_i = 0$ при четном значении ближайшего большего целого частного i/j , и $\mu_i = 1$ при нечетном значении ближайшего большего целого частного i/j).

ПРИМЕЧАНИЕ

Мнемоническое правило — контрольный разряд с номером i проверяет последовательно группы из i разрядов через i разрядов, начиная с себя самого.

Рассмотрим пример помехозащищенного кодирования. Запишем разрядную сетку (курсив) избыточного слова:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<u>6</u>	<u>2</u>	9	<u>8</u>	0	7	2	<u>5</u>	3	0	9	2	0	0	1

Подчеркнутые разряды считаем проверочными, а в остальные разряды записывается исходное слово — 90 723 092 001 для кодирования. Контрольная цифра в j -м контрольном разряде (A_1, A_2, A_4, A_8) рассчитывается так:

$$E_1 = A_1 + A_3 + A_5 + A_7 + A_9 + A_{11} + A_{13} + A_{15} = 0 \pmod{10}.$$

Для нашего числа:

$$A_1 + 9 + 0 + 2 + 3 + 9 + 0 + 1 = 0 \pmod{10}, A_1 = 6;$$

$$E_2 = A_2 + A_3 + A_6 + A_7 + A_{10} + A_{11} + A_{14} + A_{15} = 0 \pmod{10}, A_2 = 2;$$

$$E_4 = A_4 + A_5 + A_6 + A_7 + A_{12} + A_{13} + A_{14} + A_{15} = 0 \pmod{10}, A_4 = 8;$$

$$E_8 = A_8 + A_9 + A_{10} + A_{11} + A_{12} + A_{13} + A_{14} + A_{15} = 0 \pmod{10}, A_8 = 5.$$

Сформированное таким образом разрешенное избыточное кодовое слово позволяет не только обнаружить, но и автоматически исправить любую однократную ошибку. Такая ошибка переведет кодовое слово в категорию запрещенных потому, что хотя бы одна частная контрольная сумма E_j по модулю 10 будет отлична от 0. Это определяет правило обнаружения ошибки: если проверка кодового слова после его информационного преобразования, производимая путем подсчета частных сумм $E_1, E_2, E_4, E_8, \dots, E_s$, даст хотя бы одну E_j , не равную нулю по модулю 10, значит, при преобразовании была допущена ошибка.

Для исправления ошибки следует проанализировать значения частных сумм, отличных от нуля, и определить адрес этой ошибки. При проверке могут встретиться следующие три случая.

1. Все частные суммы $E_j = 0$. Это означает отсутствие однократных ошибок при выполнении преобразования (и с большой вероятностью — отсутствие ошибок вообще).
2. Хотя бы одна из сумм E_j не равна нулю, но все не равные нулю частные суммы E_j равны между собой (по модулю 10). Можем считать с большой вероятностью, что произошла однократная ошибка при преобразовании; ее адрес — номер искаженного разряда в виде двоичного кода можем определить из выражения

$$i_{\text{ош}} = E_s^* E_{s/2}^* \dots E_4^* E_2^* E_1^*,$$

где $E_j^* = 0$, если $E_j = 0$, и $E_j^* = 1$ — в противном случае (мнемоническое правило: адрес ошибки равен сумме индексов частных контрольных сумм, не равных нулю).

Кроме адреса ошибки следует проанализировать значение любой из частных сумм, не равных нулю, и значение цифры, находящейся по адресу $i_{\text{ош}}$, чтобы определить, на какую величину была допущена ошибка.

Допустим, мы имеем $E_j = E_r \neq 0$. Следовательно, при преобразовании произошло либо увеличение цифры по найденному адресу $i_{\text{ош}}$, на E_r единиц, либо ее уменьшение на $10 - E_r$ единиц. В любом случае, чтобы исправить эту ошибку, можно вычислить правильное значение цифры по формуле

$$A_{i_{\text{ош}} \text{ прав}} = (A_{i_{\text{ош}}} - E_r) \pmod{10}.$$

3. Две или более частных суммы E_j не равны нулю и хотя бы две из них не равны между собой. Это означает наличие ошибки кратности больше единицы, и ее исправить нельзя.

Теперь рассмотрим пример декодирования. Допустим, в разрешенном кодовом слове

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<u>6</u>	<u>2</u>	9	<u>8</u>	0	7	2	<u>5</u>	3	0	9	2	0	0	1

допущена ошибка в 12-м разряде: вместо 2 появилась ошибочная цифра 0, то есть получили кодовое слово:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<u>6</u>	<u>2</u>	9	<u>8</u>	0	7	2	<u>5</u>	3	0	9	0	0	0	1

Это слово относится к категории запрещенных, поскольку по модулю 10 (учитывается только разряд единиц, а десятки, сотни и т. д. отбрасываются) $E_1 = 0$, $E_2 = 0$, $E_4 = 8$, $E_8 = 8$. Все не равные нулю частные контрольные суммы равны между собой и равны $E_r = 8$, следовательно, произошла однократная ошибка, и ее можно исправить. Адрес ошибки — двоичный код номера искаженного разряда: $i_{\text{ош}} = 1100$, то есть ошибка имела место в 12 разряде (сумма индексов частных ненулевых контрольных сумм равна: $8 + 4 = 12$).

Исправляем ее:

$$i_{12 \text{ прав}} = i_{12 \text{ ош}} - Er = (0 - 8) \bmod 10 = 2$$

ПРИМЕЧАНИЕ

Если при вычислениях по модулю (в конечных полях Галуа) получается отрицательное число, то к нему добавляется значение модуля.

Действительно, верное значение цифры в 12-м разряде — 2. Ошибка исправлена. Данный код позволяет обнаружить подавляющее число ошибок кратности 2 и выше (без их исправления). Для более высокой эффективности обнаружения ошибок к рассматриваемому кодовому слову можно добавить еще один проверочный разряд (нулевой), которым контролировать по модулю 10 сумму всех цифр избыточного кодового слова (включая контрольные разряды). Более полное исследование эффективности рассматриваемых кодов приведено в работах [6, 8]. Широко известные двоичные коды Хэмминга с автоматическим исправлением ошибок являются частным случаем рассмотренных кодов при модуле $q = 2$.

Безопасность информационных систем

Безопасность информационной системы — свойство, заключающееся в способности системы обеспечить конфиденциальность и целостность информации, то есть защиту информации от несанкционированного доступа, обращенного на ее раскрытие, изменение или разрушение.

Информационную безопасность часто указывают среди основных информационных проблем XXI века. Действительно, вопросы хищения информации, ее сознательного искажения и уничтожения часто приводят к трагическим для пострадавшей стороны последствиям, ведущим к разорению и банкротству фирм, к человеческим жертвам, наконец. Достаточно в качестве примера привести мировую трагедию, приведшую к жертвам нескольких тысяч людей — атаку террористов на Всемирный торговый центр в Нью-Йорке и Министерство обороны США в Вашингтоне. Подобный террористический акт был бы невозможен, если бы террористы не вывели предварительно из строя компьютерную систему управления безопасностью страны, то есть не разрушили бы систему информационного обеспечения безопасности. А тысячи коммерческих компьютерных преступлений, приводящих к потерям сотен миллионов долларов, а моральные потери, связанные с хищением конфиденциальной информации... Перечень бед от нарушения безопасности информации можно было бы продолжать бесконечно (если раньше для успешного совершения революции или переворота важно было захватить почту и телеграф, то теперь необходимо парализовать системы компьютерных телекоммуникаций).

Достаточно сказать, что:

- суммарный ущерб от нарушения безопасности информации в период с 1997 по 2000 год только в США составил 626 млн долларов;
- мировой годовой ущерб от несанкционированного доступа к информации, составляющий сейчас около 0,5 млрд долларов, ежегодно увеличивается в 1,5 раза;
- ущерб, нанесенный распространявшимся по электронной почте самым «эффективным» вирусом «I love you» в 1999 году, превысил 10 млрд долларов.

Вопросам информационной безопасности сейчас уделяется огромное внимание, существуют тысячи публикаций по этой тематике, посвященные различным аспектам и прикладным вопросам защиты информации, на международном и государственном уровнях принято множество законов по обеспечению безопасности информации.

В законе Российской Федерации «Об информации, информатизации и защите информации», например, подчеркивается, что «...информационные ресурсы являются объектами собственности граждан, организаций, общественных объединений, государства», и защищать информационные ресурсы, естественно, следует, как защищают личную, коммерческую и государственную собственность.

Например, информационным ресурсам в сетях общего и корпоративного пользования могут грозить:

- приведение сети в неработоспособное состояние в результате злонамеренных или неосторожных действий, например, путем перегрузки сети бесполезной информацией;
- несанкционированный доступ к конфиденциальным данным как извне, так и изнутри сети, их корыстное использование и разглашение;

- ❑ целенаправленное искажение, фальсификация или подмена данных при несанкционированном доступе;
- ❑ подмена и искажение информации, предоставленной для свободного доступа (например web-страниц);
- ❑ приводящее к невозможности использования информационных ресурсов вирусное их заражение по каналам сети Интернет, электронной почты или посредством инфицированных внешних носителей (сменных дисков, дискет, CD и DVD-дисков) и т. д.

Все угрозы информационным системам можно объединить в обобщающие их три группы.

1. *Угроза раскрытия* — возможность того, что информация станет известной тому, кому не следовало бы ее знать.
2. *Угроза целостности* — умышленное несанкционированное изменение (модификация или удаление) данных, хранящихся в вычислительной системе или передаваемых из одной системы в другую.
3. *Угроза отказа в обслуживании* — опасность появления блокировки доступа к некоторому ресурсу вычислительной системы.

Средства обеспечения информационной безопасности в зависимости от способа из реализации можно разделить на следующие классы методов:

- ❑ *организационные методы* подразумевают в виду рациональное конфигурирование, организацию и администрирование системы. В первую очередь это касается сетевых информационных систем, операционных систем, полномочий сетевого администратора, набора обязательных инструкций, определяющих порядок доступа и работы в сети;
- ❑ *технологические методы*, включающие в себя технологии выполнения сетевого администрирования, мониторинга и аудита безопасности информационных ресурсов, ведения электронных журналов регистрации пользователей, фильтрации и антивирусной обработки поступающей информации;
- ❑ *аппаратные методы*, реализующие физическую защиту системы от несанкционированного доступа, аппаратные функции идентификации периферийных терминалов системы и пользователей, режимы подключения сетевых компонентов и т. д.;
- ❑ *программные методы* — это самые распространенные методы защиты информации (например, программы идентификации пользователей, парольной защиты и проверки полномочий, брандмауэры, криптопротоколы и т. д.). Без использования программной составляющей практически невыполнимы никакие, в том числе и первые три группы методов (то есть в чистом виде организационные, технологические и аппаратные методы защиты, как правило, реализованы быть не могут — все они содержат программный компонент). При этом следует иметь в виду, вопреки распространенному иному мнению, что стоимость реализации многих программных системных решений по защи-

те информации существенно превосходит по затратам аппаратные, технологические и тем более организационные решения (конечно, если использовать лицензионные, а не «пиратские» программы).

Наибольшее внимание со стороны разработчиков и потребителей в настоящее время вызывают следующие направления защиты информации и соответствующие им программно-технические средства защиты:

- от несанкционированного доступа информационных ресурсов автономно работающих и сетевых компьютеров. Наиболее остро проблема стоит для серверов и пользователей Интернета и интранет-сетей. Эта функция реализуется многочисленными программными, программно-аппаратными и аппаратными средствами;
- секретной, конфиденциальной и личной информации от чтения посторонними лицами и целенаправленного ее искажения. Эта функция обеспечивается как средствами защиты от несанкционированного доступа, так и с помощью криптографических средств, традиционно выделяемых в отдельный класс;
- информационных систем от многочисленных компьютерных вирусов, способных не только разрушить информацию, но иногда и повредить технические компоненты системы (такие, как Flash BIOS).

Активно развиваются также средства защиты от утечки информации по цепям питания, каналам электромагнитного излучения компьютера или монитора (применяется экранирование помещений, использование генераторов шумовых излучений, специальный подбор мониторов и комплектующих компьютера, обладающих наименьшим излучением), средства защиты от электронных «жучков», устанавливаемых непосредственно в комплектующие компьютера, и т. д.

Защита информации от несанкционированного доступа

Защита от несанкционированного доступа к ресурсам компьютера — это комплексная проблема, подразумевающая решение следующих вопросов:

- *присвоение пользователю, а равно и терминалам, программам, файлам и каналам связи уникальных имен и кодов (идентификаторов);*
- *выполнение процедур установления подлинности при обращениях (доступе) к информационной системе и запрашиваемой информации, то есть проверка того, что лицо или устройство, сообщившее идентификатор, в действительности ему соответствует (подлинная идентификация программ, терминалов и пользователей при доступе к системе чаще всего выполняется путем проверки паролей, реже — обращением в специальную службу, ведающую сертификацией пользователей)¹;*

¹ Уже используются и экзотические аппаратно-программные системы биометрической идентификации пользователей (мышь и клавиатура с функцией дактилоскопической идентификации, системы опознавания пользователя по голосу, по видеоизображению, в том числе по сетчатке и радужной оболочке глаз и т. п.).

- *проверку полномочий*, то есть проверку права пользователя на доступ к системе или запрашиваемым данным (на выполнение над ними определенных операций — чтение, обновление), с целью разграничения прав доступа к сетевым и компьютерным ресурсам;
- автоматическую *регистрацию в специальном журнале* всех как удовлетворенных, так и отвергнутых запросов к информационным ресурсам с указанием идентификатора пользователя, терминала, времени и сущности запроса, то есть ведение журналов аудита, позволяющих определить, через какой хост-компьютер действовал хакер, а иногда и определить его IP-адрес и точное местоположение.

В литературе имеются рекомендации по количественной оценке параметров систем защиты информации. В руководящих документах Гостехкомиссии России «Автоматизированные системы. Защита от несанкционированного доступа к информации. Классификация автоматизированных систем и требования к защите информации» и «Средства вычислительной техники. Защита от несанкционированного доступа к информации. Показатели защищенности от несанкционированного доступа к информации» (1998 год) рекомендовано для оценки защиты информации от несанкционированного доступа использовать показатели:

- P_a — вероятность попадания информации абоненту, которому она не предназначена;
- P_c — вероятность непрохождения сигнала тревоги.

При оптимизации систем защиты информации удобнее использовать вместо вероятности P_a и P_c коэффициентами $K_a = P_a / P_{обр}$ и $K_c = P_c / P_{обр}$, где $P_{обр}$ — вероятность появления несанкционированного обращения (K_a и K_c — условные вероятности означенных событий при условии возникновения несанкционированного обращения).

В этих же руководящих документах предлагается определить пять классов конфиденциальности информации:

- 1 — особо секретная;
- 2 — совершенно секретная;
- 3 — секретная;
- 4 — конфиденциальная;
- 5 — открытая.

Для каждого класса рекомендованы значения показателей P_a и P_c (табл. 20.2).

Таблица 20.2. Рекомендуемые классы конфиденциальности информации

Значения	Классы конфиденциальности				
	1	2	3	4	5
P_a	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	—
P_c	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	—

Защита сетей на базе MS Windows NT/2000 Server

Сетевые операционные системы Windows NT/2000 используют единую схему аудита, проверки подлинности и полномочий пользователя:

- пользователь указывает имя своей учетной записи и пароль только один раз во время входа в систему, а затем получает доступ ко всем информационным ресурсам корпоративной сети;
- администратор ограничивает доступ к данным, модифицируя списки прав доступа к ресурсам;
- доступ пользователей к документам контролируется посредством аудита.

В частности, каждому пользователю в сети соответствует персональная **учетная запись**, параметры которой определяют его права и обязанности в домене. Учетная запись содержит такую информацию о пользователе, как его имя, пароль или ограничения на доступ к ресурсам.

Учетные записи бывают двух типов: *глобальные* и *локальные*. *Локальные* учетные записи определяют права пользователей на конкретном компьютере и не распространяются на весь домен. При регистрации по локальной учетной записи пользователь получает доступ только к ресурсам данного компьютера. Для доступа к ресурсам домена пользователь должен зарегистрироваться в домене, обратившись к своей *глобальной* учетной записи. Если сеть состоит из нескольких доменов и между ними установлены доверительные отношения, то возможна так называемая сквозная регистрация, то есть пользователь, отмечаясь один раз в своем домене, получает доступ к ресурсам доверяющего домена, в котором у него нет персональной учетной записи.

Создавать, модифицировать учетные записи и управлять ими администратор может с помощью программы User Manager for Domains. При создании новой учетной записи администратор может определить следующие параметры: пароль и правила его модификации, локальные и глобальные группы, в которые входит: пользователь, профиль пользователя, имена рабочих станций, с которых он может регистрироваться, разрешенные часы работы, срок действия учетной записи и другие.

Пароль играет одну из самых важных ролей при регистрации пользователя в сети, так как именно путем подбора пароля может происходить незаконный доступ к сетевым ресурсам. Поэтому Windows NT/2000 содержит ряд мощных механизмов, связанных с паролем пользователя. Это:

- уникальность пароля и хранение истории паролей;
- максимальный срок действия, после которого пароль необходимо изменить;
- минимальная длина и минимальный срок хранения пароля;
- блокировка учетной записи при неудачной регистрации.

Учетные записи обычно объединяются в группы, так что администратор может оперировать правами большого числа пользователей с помощью одной учетной записи. Изменение в учетной записи группы приводит к автоматическому изменению учетных записей всех пользователей, входящих в эту группу.

Полномочия (возможности) пользователя в системе определяются набором его прав. Права пользователей бывают **стандартные** и **расширенные**.

К **стандартным** относятся такие права, как возможность изменять системное время, выполнять резервное копирование файлов, загружать драйверы устройств, изменять системную конфигурацию, выполнять выключение сервера и т. п.

Расширенные права во многом являются специфичными для операционной системы или приложений.

Механизмы защиты Windows NT/2000 позволяют гибко ограничивать права пользователей или предоставлять им доступ к любым ресурсам системы. Права на доступ к файлам и каталогам определяют, может ли пользователь осуществлять к ним обращение, и если да, то как. Владение файлом или каталогом позволяет пользователю изменять права на доступ к нему. Администратор может вступить во владение файлом или каталогом без согласия владельца. Предоставление прав на доступ к файлам и каталогам — основа защиты Windows NT/2000 и важнейший механизм файловой системы NTFS.

В Windows NT/2000 поддерживается заполнение трех **журналов регистрации**: *системного журнала*, который содержит информацию о компонентах ОС; *журнала безопасности*, куда заносится информация о входных запросах в систему и другая информация, связанная с безопасностью, и *журнала приложений*, регистрирующего все события, записываемые приложениями. По умолчанию аудит выключен и журнал безопасности не ведется, но он может быть подключен администратором сети.

Брандмауэр как средство контроля межсетевого трафика

Брандмауэр, или *межсетевой экран*, — это «полупроницаемая мембрана», которая располагается между защищаемым внутренним сегментом сети и внешней сетью или другими сегментами сети интранет и контролирует все информационные потоки во внутренний сегмент и из него. Контроль трафика состоит в его фильтрации, то есть выборочном пропуске через экран, а иногда и с выполнением специальных преобразований и формированием извещений для отправителя, если его данным в пропуске было отказано. Фильтрация осуществляется на основании набора условий, предварительно загруженных в брандмауэр и отражающих концепцию информационной безопасности корпорации. Брандмауэры могут быть выполнены в виде как аппаратного, так и программного комплекса, записанного в коммутирующее устройство или сервер доступа (сервер-шлюз, прокси-сервер, хост-компьютер и т. д.), встроенного в операционную систему или представлять собой работающую под ее управлением программу.

Работа брандмауэра заключается в анализе структуры и содержимого информационных пакетов, поступающих из внешней сети, и в зависимости от результатов анализа пропуске пакетов во внутреннюю сеть (сегмент сети) или полном их отфильтровывании. Эффективность работы межсетевого экрана, работающего под управлением Windows, обусловлена тем, что он полностью замещает реализуемый стек протоколов TCP/IP, и поэтому нарушить его работу с помощью

искажения протоколов внешней сети (что часто делается хакерами) невозможно. Межсетевые экраны обычно выполняют следующие функции:

- физическое отделение рабочих станций и серверов внутреннего сегмента сети (внутренней подсети) от внешних каналов связи;
- многоэтапную идентификацию запросов, поступающих в сеть (идентификация серверов, узлов связи и прочих компонентов внешней сети);
- проверку полномочий и прав доступа пользователей к внутренним ресурсам сети;
- регистрацию всех запросов к компонентам внутренней подсети извне;
- контроль целостности программного обеспечения и данных;
- экономию адресного пространства сети (во внутренней подсети может использоваться локальная система адресации серверов);
- сокрытие IP-адресов внутренних серверов с целью защиты от хакеров.

Брандмауэры могут работать на разных уровнях протоколов модели OSI.

На сетевом уровне выполняется *фильтрация* поступающих пакетов, основанная на IP-адресах (например, не пропускать пакеты из Интернета, направленные на те серверы, доступ к которым снаружи запрещен; не пропускать пакеты с фальшивыми обратными адресами или с IP-адресами, занесенными в «черный список», и т. д.). На транспортном уровне фильтрация допустима еще и по номерам портов TCP и флагов, содержащихся в пакетах (например запросов на установление соединения). На прикладном уровне может выполняться анализ прикладных протоколов (FTP, HTTP, SMTP и т. д.) и контроль за содержанием потоков данных (запрет внутренним абонентам на получение каких-либо типов файлов: рекламной информации или исполняемых программных модулей, например).

Можно в брандмауэре создавать и *экспертную систему*, которая, анализируя трафик, диагностирует события, могущие представлять угрозу безопасности внутренней сети, и извещает об этом администратора. Экспертная система способна также в случае опасности (спам, например) автоматически ужесточать условия фильтрации и т. д.

В качестве популярных эффективных брандмауэров можно назвать Netscreen 100 (фирмы Netscreen Technologies) и CyberGuard Firewall (фирмы Cyberguard Corp.).

Криптографическое закрытие информации

Активно развиваются и внедряются криптографические компьютерные технологии, направленные на обеспечение конфиденциальности и работоспособности таких комплексных сетевых приложений, как электронная почта (e-mail), электронный банк (e-banking), электронная торговля (e-commerce), электронный бизнес (e-business).

Криптографическое закрытие информации выполняется путем преобразования информации по специальному алгоритму с использованием шифров (ключей) и процедур шифрования, в результате чего по внешнему виду данных невозможно, не зная ключа, определить их содержание.

С помощью криптографических протоколов можно обеспечить безопасную передачу информации по сети, в том числе и регистрационных имен, паролей, необходимых для идентификации программ и пользователей. На практике используется два типа шифрования: симметричное и асимметричное.

При **симметричном шифровании** для шифровки и дешифровки данных применяется один и тот же **секретный ключ**. При этом сам ключ должен быть передан безопасным способом участникам взаимодействия до начала передачи зашифрованных данных. В симметричном шифровании применяются два типа шифров: *блочные* и *поточные*.

В первом случае исходное сообщение делится на блоки постоянной длины, каждый из которых преобразуется по определенным правилам в блок зашифрованного текста. В качестве примера *блочного шифра* можно привести алгоритмы **DES**, **IDEA** (автор Джеймс Мэсси), **FEAL** (Fast data Encipherment ALgorithm). Наиболее популярен алгоритм **DES** (Digital Encryption Standard), являющийся национальным стандартом шифрования США. Алгоритм DES оперирует блоками длиной 64 бита и 64-битовым ключом, в котором 8 битов являются контрольными, вычисляемыми по специальному правилу (по аналогии с контрольными разрядами корректирующих кодов). В последние годы для увеличения криптостойкости алгоритма все чаще используются 128-битовые ключи, найти которые перебором кодов практически невозможно даже при сверхвысокой производительности современных компьютеров (напомним, что число секунд, которое прошло с момента образования планеты Земля, не превышает 10^{18} , а $2^{128} \approx 10^{40}$).

В нашей стране для блочного шифрования информации рекомендован симметричный алгоритм, предложенный ГОСТ 28.147-89 «Системы обработки информации. Защита криптографическая».

Поточные шифры оперируют с отдельными битами и байтами исходного сообщения и ключа. Поточные шифры имеют более высокую криптостойкость, но должны использовать длинные ключи, обычно равные длине передаваемого сообщения. В качестве примеров поточных алгоритмов можно привести в первую очередь алгоритмы **RC** (RC2, RC4, RC5) корпорации RSA Data Security (США) и алгоритмы **ВЕСТА** (ВЕСТА-2, ВЕСТА-2М, ВЕСТА-4) фирмы «ЛАН Крипто» (Россия).

Если при симметричном шифровании *ключ* стал известен третьему лицу (хакеру), последний, используя этот ключ, имеет возможность перехватить сообщение и подменить его своим собственным, а затем, получив доступ ко всей информации, передаваемой между абонентами, манипулировать ею в своих корыстных целях. Для защиты от подобных событий можно использовать систему цифровых сертификатов, то есть документов, выдаваемых сертификационной службой СА (certificate authority) и содержащих информацию о владельце сертификата, зашифрованную с помощью закрытого ключа этой организации. Запросив такой сертификат, абонент, получающий информацию, может удостовериться в подлинности сообщения.

Асимметричное шифрование основано на том, что для шифровки и расшифровки используются *разные ключи*, которые, естественно, связаны между собой, но

знание одного ключа не позволяет определить другой. Один ключ свободно распространяется по сети и является **открытым** (public), второй ключ известен только его владельцу и является **закрытым** (private). Если шифрование выполняется *открытым ключом*, то сообщение может быть расшифровано только владельцем *закрытого ключа* — такой метод шифрования используется для передачи конфиденциальной информации. Если сообщение шифруется *закрытым ключом*, то оно может быть расшифровано любым пользователем, знающим *открытый ключ* (напомним, открытый ключ пересылается по сети совершенно открыто, и он может быть известен многим пользователям), но изменить или подменить зашифрованное сообщение так, чтобы это осталось незамеченным, владелец открытого ключа не может. Этот метод шифрования предназначен для пересылки открытых документов, текст которых не может быть изменен (например документов, сопровождаемых электронной подписью).

Криптостойкость асимметричного шифрования обеспечивается сложной комбинаторной задачей, решить перебором кодов которую не представляется возможным: алгоритм **RSA** (аббревиатура по фамилиям его создателей Rivest, Shamir, Adelman) основан на поиске делителей большого натурального числа, являющегося произведением всего двух простых чисел; алгоритм **Эль-Гамала** основан на решении задачи дискретного логарифмирования для поиска числа X из уравнения $aX = b \pmod p$ при заданных числах a и b и большом простом числе p , и т. д.

На практике криптопротоколы, применяемые в компьютерных сетях, совместно используют и симметричное, и асимметричное шифрование. Например, протокол SSL (Secure Socket Level), поддерживаемый большинством современных web-браузеров, после первоначального согласования симметричного ключа и алгоритма шифрования при установлении соединения использует асимметричный алгоритм RSA с открытым шифрующим ключом и симметричные протоколы DES и другие для шифрования информации. Для защиты информации об электронных платежах обычно служит криптопротокол SET (Secure Electronic Transaction), разработанный совместно несколькими фирмами, в числе которых Microsoft, Netscape, Visa и Mastercard. Этот протокол использует для шифрования сообщения алгоритм DES, а для шифрования секретного ключа и номера кредитной карты — алгоритм RSA. Асимметричные протоколы используются, в частности, для шифрования электронной подписи.

Электронная цифровая подпись

Статья 434 Гражданского кодекса Российской Федерации определяет, что заключение любого юридического договора может быть осуществлено не только в письменной форме, путем составления печатного документа, подписанного сторонами, но и путем обмена документами посредством электронной связи, позволяющей достоверно установить, что документ исходит от стороны по договору. В этом случае целесообразно использовать одну из операций криптографии — *цифровую электронную подпись*.

Электронная цифровая подпись — это последовательность символов, полученная в результате криптографического преобразования исходной информации

с использованием закрытого ключа и позволяющая подтверждать целостность и неизменность этой информации, а также ее авторство путем применения открытого ключа.

При использовании электронной подписи файл пропускается через специальную программу (hash function), в результате чего получается набор символов (hash code), генерируются два ключа: открытый (public) и закрытый (private). Набор символов шифруется с помощью закрытого ключа. Такое зашифрованное сообщение и является цифровой подписью. По каналу связи передается незашифрованный файл в исходном виде вместе с электронной подписью. Другая сторона, получив файл и подпись, с помощью имеющегося открытого ключа расшифровывает набор символов из подписи. Далее сравниваются две копии наборов и, если они полностью совпадают, то это действительно файл, созданный и подписанный первой стороной.

Для длинных сообщений с целью уменьшения их объема (ведь при использовании электронной подписи фактически передается файл двойной длины) передаваемое сообщение перед шифрованием сжимается (*хешируется*), то есть над ним производится математическое преобразование, которое описывается так называемой хеш-функцией. Расшифрованный полученный файл в этом случае дополнительно пропускается через тот же алгоритм хеширования, который не является секретным.

Для шифрования электронной подписи используются ранее названный алгоритм **RSA**, а также **DSA** (национальный стандарт США) и **Schnorr** (алгоритм Klaus Schnorr); в России применяются алгоритмы шифрования электронной подписи по ГОСТ Р 34.10-94 «Информационная технология. Криптографическая защита информации. Процедуры выработки и проверки электронной цифровой подписи на базе асимметричного криптографического алгоритма» и «**Нотариус**» («Нотариус-AM», «Нотариус-S»).

Защита информации от компьютерных вирусов

Компьютерным вирусом называется рукотворная программа, способная самостоятельно создавать свои копии и внедряться в другие программы, в системные области дисковой памяти компьютера, распространяться по каналам связи с целью прерывания и нарушения работы программ, порчи файлов, файловых систем и компонентов компьютера, нарушения нормальной работы пользователей.

Вирусам компьютерным, как и биологическим, характерны определенные стадии существования:

- ❑ латентная стадия, в которой вирусом никаких действий не предпринимается;
- ❑ инкубационная стадия, в которой основная задача вируса — создать как можно больше своих копий и внедрить их в среду обитания;
- ❑ активная стадия, в которой вирус, продолжая размножаться, проявляется и выполняет свои деструктивные действия.

Сейчас существуют сотни тысяч различных вирусов, и их можно классифицировать по нескольким признакам.

По среде обитания вирусы можно разделить на:

- файловые;
- загрузочные;
- файлово-загрузочные;
- сетевые;
- документные.

Файловые вирусы чаще всего внедряются в исполняемые файлы, имеющие расширения EXE и COM (самые распространенные вирусы), но могут прикрепляться и к файлам с компонентами операционных систем, драйверам внешних устройств, объектным файлам и библиотекам, в командные пакетные файлы (вирус подключает к такому файлу исполняемые программы, предварительно заразив их), программные файлы на языках процедурного программирования (заражают при трансляции исполняемые файлы). Файловые вирусы могут создавать файлы-двойники (компаньон-вирусы). В любом случае файловые вирусы при запуске программ, ими зараженных, берут на время управление на себя и дезорганизуют работу своих «квартирных хозяев».

Загрузочные вирусы внедряются в загрузочный сектор дискеты или в сектор, содержащий программу загрузки системного диска. При загрузке DOS с зараженного диска такой вирус изменяет программу начальной загрузки либо модифицирует таблицу размещения файлов на диске, создавая трудности в работе компьютера или даже делая невозможным запуск операционной системы.

Файлово-загрузочные вирусы интегрируют возможности двух предыдущих групп и обладают наибольшей «эффективностью» заражения.

Сетевые вирусы используют для своего распространения команды и протоколы телекоммуникационных систем (электронной почты, компьютерных сетей).

Документные вирусы (их часто называют макро-вирусами) заражают и искажают текстовые файлы (.DOC) и файлы электронных таблиц некоторых популярных редакторов. Комбинированные сетевые макро-вирусы не только инфицируют создаваемые документы, но и рассылают копии этих документов по электронной почте (печально известный вирус «I love you» или менее навредивший вирус «Анна Курникова»).

По способу заражения среды обитания вирусы делятся на:

- резидентные;
- нерезидентные.

Резидентные вирусы после завершения инфицированной программы остаются в оперативной памяти и продолжают свои деструктивные действия, заражая следующие исполняемые программы и процедуры вплоть до момента выключения компьютера. Нерезидентные вирусы запускаются вместе с зараженной программой и после ее завершения из оперативной памяти удаляются.

Вирусы бывают неопасные и опасные. Неопасные вирусы тяжелых последствий после завершения своей работы не вызывают; они прерывают на время работу исполняемых программ, создавая побочные звуковые и видеоэффекты (иногда

даже приятные), или затрудняют работу компьютера, уменьшая объем свободной оперативной и дисковой памяти. Опасные вирусы могут производить действия, имеющие далеко идущие последствия: искажение и уничтожение данных и программ, стирание информации в системных областях диска и даже вывод из строя отдельных компонентов компьютера (перепрограммирование Flash-чипсета BIOS).

По алгоритмам функционирования вирусы весьма разнообразны, но можно говорить о таких, например, их группах, как:

- паразитические вирусы, изменяющие содержимое файлов или секторов диска; они достаточно просто могут быть обнаружены и уничтожены;
- вирусы-репликаторы («черви» WORM), саморазмножающиеся и распространяющиеся по телекоммуникациям и записывающие по вычисленным адресам сетевых компьютеров транспортируемые ими опасные вирусы (сами «черви» деструктивных действий не выполняют, поэтому их часто называют псевдо-вирусами);
- «тройанские» вирусы маскируются под полезные программы (часто существуют в виде самостоятельных программ, имеющих то же имя, что и действительно полезный файл, но иное расширение имени; часто, например, присваивают себе расширение COM вместо EXE) и выполняют деструктивные функции (например затирают FAT); самостоятельно размножаться, как правило, не могут;
- вирусы-«невидимки» (стелс-вирусы), по имени самолета-невидимки Stealth, способны прятаться при попытках их обнаружения; они перехватывают запрос антивирусной программы и мгновенно либо удаляют временно свое тело из зараженного файла, либо подставляют вместо своего тела незараженные участки файлов;
- самошифрующиеся вирусы (в режиме простоя зашифрованы, и расшифровываются только в момент начала работы вируса);
- полиморфные, мутирующие вирусы (периодически автоматически видоизменяются, копии вируса не имеют ни одной повторяющейся цепочки байтов), необходимо каждый раз создавать новые антивирусные программы для обезвреживания этих вирусов;
- «отдыхающие» вирусы (основное время проводят в латентном состоянии и активизируются только при определенных условиях, например, вирус «Чернобыль» в сети Интернет функционирует только в день годовщины чернобыльской трагедии).

Классификация компьютерных вирусов показана на рис. 20.2.

Для своевременного обнаружения и удаления вирусов важно знать основные признаки появления их в компьютере:

- неожиданная неработоспособность компьютера или его компонентов;
- невозможность загрузки операционной системы;
- медленная работа компьютера;
- частые зависания и сбои в компьютере;

Классификация компьютерных вирусов

Среда обитания	<ul style="list-style-type: none"> • Сетевые • Файловые • Файлово-загрузочные • Загрузочные • Документные
Способ заражения	<ul style="list-style-type: none"> • Резидентные • Нерезидентные
Степень воздействия	<ul style="list-style-type: none"> • Опасные • Не опасные
Алгоритм функционирования	<ul style="list-style-type: none"> • Паразитические • Репликаторы • Невидимки • Мутирующие • Троянские • Самошифрующиеся • Отдыхающие

Рис. 20.2. Классификация компьютерных вирусов

- прекращение работы ранее успешно исполнявшихся программ;
- искажение или исчезновение файлов и каталогов;
- непредусмотренное форматирование диска;
- необоснованное увеличение количества файлов на диске;
- необоснованное изменение размера файлов;
- искажение данных в CMOS-памяти;
- существенное уменьшение объема свободной оперативной памяти;
- вывод на экран непредусмотренных сообщений и изображений;
- появление непредусмотренных звуковых сигналов.

Способы защиты от вирусов

Прежде всего, следует знать возможные источники заражения вирусами и аккуратно с ними работать, то есть осуществлять антивирусную профилактику. *Источниками* непреднамеренного *вирусного заражения* могут явиться только съемные носители информации и системы телекоммуникаций.

Съемные носители информации — чаще всего это дискеты, съемные жесткие диски, контрафактные (не лицензионные) компакт-диски. Вирусы с зараженных съемных носителей могут попасть на «винчестер» ПК, даже если информация с этого носителя на жесткий диск не переносилась, а всего лишь была предпринята попытка загрузить операционную систему с дискеты, не являющейся системной. Но большинство существующих вирусов поражают только тот диск, на который информация переносится (именно поэтому рекомендуется на одном физическом диске — создавать два логических диска C: и D:, причем на системный диск C: никакой рабочей информации не записывать, а использовать его только для хра-

нения системной информации и антивирусных программных средств, которые в нужный момент могут быть использованы для устранения вирусов на диске D:). Съемный носитель может быть заражен сам (вирус находится в его загрузочном секторе), или может быть заражен какой-либо файл на этом носителе. Поэтому для профилактики вирусного заражения компьютера все сменные носители, если они использовались перед этим на других ПК, целесообразно сразу же при их подключении проверить антивирусной программой.

Системы телекоммуникаций могут служить поставщиками вируса при их подключении к ПК через модемы и сетевые карты. Поэтому целесообразно осуществлять автоматический *входной контроль* всех файлов, поступающих по сети, а также по возможности подключать модемы к компьютеру через простые программные брандмауэры, позволяющие хотя бы частично вылавливать приходящие по сети вирусы. Особенно осторожно следует обращаться с электронной почтой, во-первых, потому что она часто используется для транспортировки вирусов, а во-вторых, поскольку многие очень вредные новые вирусы (например, уже упоминавшийся ранее вирус «I love you», нанесший общемировой ущерб, превысивший 10 млрд долларов) именно в электронных письмах автоматически создают паразитные файлы-вложения и размещаются в них. При получении письма с прикрепленным файлом, если в тексте письма нет ссылки на вложение, рекомендуется для безопасности вообще это вложение не открывать.

Для обнаружения и удаления компьютерных вирусов разработано много различных программ. Эти антивирусные программы можно разделить на:

- программы-детекторы, или сканеры;
- программы-ревизоры, изменений,
- программы-фильтры, или сторожа (поведенческие блокираторы);
- программы-доктора, или дезинфекторы, фаги;
- программы-вакцины, или иммунизаторы.

Классификация антивирусных программ представлена на рис. 20.3.



Рис. 20.3. Классификация антивирусных программ

Программы-*детекторы* осуществляют поиск компьютерных вирусов в памяти машины и при обнаружении искомых сообщают об этом. Детекторы могут обнаруживать как уже известные вирусы (ищут характерную для конкретного уже известного вируса последовательность байтов — сигнатуру вируса), так и произвольные вирусы (путем подсчета контрольных сумм для массива файла).

Программы-*ревизоры* (например ADINF) являются развитием детекторов, но выполняют значительно более сложную и эффективную работу. Они запоми-

нают исходное состояние программ, каталогов, системных областей и периодически или по указанию пользователя сравнивают его с текущим. При сравнении проверяется длина файлов, дата их создания и модификации, контрольные суммы и байты циклического контроля и другие параметры.

Программы-*сторожа* (например, утилита DOS VSAFE) выполняют наблюдение и выявление подозрительных, характерных для вирусов процедур в работе компьютера (коррекция исполняемых .EXE и .COM файлов, запись в загрузочные секторы дисков, изменение атрибутов файлов, прямая запись на диск по прямому адресу и т. д.). При обнаружении таких действий фильтры посылают пользователю запрос о подтверждении правомерности таких процедур.

Программы-*доктора* — самые распространенные и популярные программы (например, программы AVP «Лаборатории Касперского», Dr. Web, Aidstest, Norton Antivirus и т. д.). Эти программы не только обнаруживают, но и лечат зараженные вирусами файлы и загрузочные секторы дисков. Они сначала ищут вирусы в оперативной памяти и уничтожают их там (удаляют тело резидентного файла), а затем излечивают файлы и диски. Многие программы-доктора находят и удаляют большое число (десятки тысяч) вирусов и являются полифагами. Полифаги AVP, Dr. Web и т. д. обновляются ежемесячно, а при появлении особо опасных вирусов и чаще.

Программы-*вакцины* применяются для предотвращения заражения файлов и дисков известными вирусами. Вакцины модифицируют файл или диск таким образом, что он воспринимается программой-вирусом уже зараженным, и поэтому вирус не внедряется.

Основные меры по защите компьютеров от вирусов

1. Не использовать нелегальные или непроверенные программные продукты (например, с контрафактных CD и DVD).
2. Иметь на компьютере один или несколько пакетов антивирусных программ и по возможности обновлять их ежемесячно (сейчас наиболее популярны AVP и Dr. Web).
3. Стараться не пользоваться дискетами с чужих компьютеров, а при возникновении такой потребности сразу же проверять их антивирусными программами.
4. При использовании гибких дисков на чужих компьютерах защищать их от записи, если она не предусмотрена выполняемой процедурой.
5. Не запускать на компьютере программ, назначение которых неизвестно или непонятно.
6. Использовать антивирусные программы для входного контроля информации, поступающей по сети.
7. Не раскрывать вложения в электронные письма, если их наличие вам не件ятно.
8. При переносе на компьютер архивированных файлов сразу же после распаковки проверять их антивирусными программами.
9. Перед открытием текстовых, табличных и иных файлов, содержащих макросы, проверять предварительно макросы на наличие вирусов.

10. Периодически проверять жесткий диск на наличие вирусов.
11. Не оставлять дискеты в дисковом диске при включении и выключении компьютера во избежание заражения их загрузочными вирусами.
12. Обязательно делать на дискетах архивные копии всех ценных для вас файлов.

Эффективность информационных систем

Эффективность системы — это свойство системы выполнять поставленную цель в заданных условиях использования и с определенным качеством.

Показатели эффективности характеризуют *степень приспособленности системы* к выполнению поставленных перед нею задач и являются обобщающими показателями оптимальности функционирования ИС. Кардинальными обобщающими показателями являются *показатели экономической эффективности* системы, характеризующие целесообразность произведенных на создание и функционирование системы затрат.

Наряду с экономической эффективностью можно говорить о прагматической, технической, эксплуатационной и технологической эффективности. Все перечисленные показатели эффективности могут рассматриваться как локальные показатели эффективности.

Локальные показатели эффективности

Эффективность системы является сложным, интегральным свойством, зависящим от ряда простых свойств, влияющих на оптимальность функционирования системы, таких как:

- *действенности* системы, то есть степени удовлетворения системой своего предназначения, (прагматическая¹ эффективность, pragmatos [греч.] — действие);
- *технического совершенства* системы (технической эффективности);
- простоты и *технологичности разработки* и создания системы (технологической эффективности);
- *удобства использования* и обслуживания системы (эксплуатационной эффективности) и ряда других характеристик.

Свойства эффективности количественно характеризуются показателями эффективности.

В общем случае **показатель эффективности R** зависит от ряда параметров. Основную роль среди них играют собственные параметры системы ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$) и параметры внешней среды ($\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_m$), обуславливаемые условиями и способами использования системы. Таким образом:

$$R = R(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n; \beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_m).$$

¹ Иногда ее называют целевой эффективностью.

Некоторые параметры α_i и β_j могут учитываться в виде ограничений. Наконец, помимо параметров системы и внешней среды, показатель эффективности зависит и от архитектуры системы (ее структуры, характера связей между компонентами), и от закономерностей функционирования системы, слабо поддающихся формализованному описанию и оценке — эти характеристики учитываются видом функции R , алгоритмом ее вычисления.

Но в простейшем случае показатель эффективности может определяться и одним параметром системы, параметры внешней среды могут вообще не приниматься.

Показатели прагматической эффективности

Показатели прагматической эффективности должны отражать количественную оценку достигаемого системой результата, степень достижения поставленной перед системой цели. С помощью этих показателей должна определяться полезность решения поставленных перед системой задач, полезность выполнения ею заданных процедур преобразования информации.

В качестве таких показателей могут выступать показатели:

- достоверности преобразования информации (были рассмотрены в разделе «Достоверность информационных систем»);
- безопасности информационных систем (были рассмотрены в разделе «Безопасность информационных систем»);
- точности вычислений и преобразования информации, характеризующие степень близости результирующей (выходной) информации к истинной информации, отображающей реальный процесс;
- полноты формирования системой результирующей информации, характеризующие достаточность этой информации для правильного выполнения пользователем запланированных действий;
- оперативности, показывающие, насколько быстро в системе формируется результирующая информация, не устарела ли она; показатели оперативности тесно связаны с актуальностью этой информации — степенью сохранения ее ценности во времени, которая, в свою очередь, зависит от динамических характеристик выходной информации и интервалов времени ее преобразования в системе;
- своевременности, учитывающие соответствие заданного и реального момента поступления результирующей информации пользователю, и т. д.

Некоторые названные показатели коррелируют друг с другом и совместное их использование не всегда оправданно.

Следует обратить внимание на то, что все прагматические показатели связаны с формированием результирующей информации в системе, так как эта информация является продуктом деятельности информационной системы и именно она предназначена для удовлетворения пользователем своих потребностей, должна быть полезна ему. В системах автоматического управления (САУ), частью которых является информационная система, результирующая информация поступает непосредственно на исполнительные органы — компоненты САУ. В этом случае показатели прагматической эффективности должны отражать потребности САУ, а не пользователя, но по существу оставаться теми же.

Показатели технико-эксплуатационной эффективности

Показатели технической эффективности должны оценивать техническое совершенство информационной системы как эрготехнической системы при работе ее в различных режимах, оценивать научно-технический уровень организации и функционирования этой системы.

Научно-технический уровень ИС характеризуется системой показателей, отражающих степень соответствия ее технико-эксплуатационных характеристик современным достижениям науки и техники, научно-технического прогресса.

Показатели технико-эксплуатационной эффективности весьма разнообразны. В качестве таких показателей могут фигурировать все показатели надежности и большинство рейтинговых показателей ИС, рассмотренных в предыдущих разделах: функциональные возможности, количество обслуживаемых абонентов, производительность, пропускная способность, скорость передачи данных, тактовая частота, временные задержки, емкость памяти, эксплуатационные характеристики, технологии обслуживания и т. п. — их подробное перечисление здесь вряд ли целесообразно.

На выборе конкретных показателей технико-эксплуатационной эффективности для характеристики ИС кардинальным образом сказываются назначение и прикладная область использования системы. Так, в качестве обсуждаемых показателей могут в ряде случаев использоваться и частные экономические характеристики: удельные затраты на выполнение тех или иных процедур преобразования информации и т. д.

Показатели экономической эффективности

Учет только прагматических, технических, технологических и эксплуатационных показателей эффективности приводит к локальной оценке эффективности ИС. Но ведь необходимость создания информационных систем обычно диктуется *экономическими и социальными интересами*. Улучшение локальных показателей тоже является средством совершенствования экономических и социальных показателей, и все же непосредственно социально-экономические факторы должны быть основными при научно обоснованном подходе к оценке эффективности ИС.

Социальный эффект должен учитываться обязательно, ведь именно обеспечение определенных социальных показателей может являться основной целью создания ИС, в то же время функционирование ИС может давать и отрицательные побочные эффекты (повышение уровня излучений, например). В общем случае социальная и экономическая эффективности взаимно связаны. Однако эта взаимосвязь является сложной: повышение экономичности информационных систем часто приводит к отрицательным социальным последствиям. Для оценки социальных последствий пока не найдены, а часто вообще не применимы экономические методы измерения, базирующиеся на определении стоимостных показателей. Поэтому, если и используются социальные показатели эффективности ИС, они чаще всего формулируются на качественном уровне.

Кардинальными обобщающими показателями эффективности информационной системы являются **показатели экономической эффективности системы**, характеризующие целесообразность произведенных на создание и функционирование

системы затрат. Эти показатели должны *сопоставлять затраты и результаты*; затраты на разработку, создание и внедрение информационной системы, а также текущие затраты на ее эксплуатацию, с одной стороны, и, с другой стороны, результаты — прибыль, получаемую в результате использования системы, и социальный эффект, обусловленный функционированием системы.

Расчет затрат обычно не составляет большого труда, а вот расчет результатов остается сложной кардинально не решенной проблемой, особенно это касается материального количественного учета социального эффекта. Часто прибыль определяется путем экспертной оценки и по аналогии с другими подобными системами, а социальный эффект количественно, как уже говорилось, вообще не поддается оценке.

Итак, **экономическая эффективность характеризует отношение результатов — величины прибыли к величине суммарных затрат на создание и эксплуатацию системы**. Но часто в качестве показателя экономической целесообразности создания системы выступает и **показатель экономического эффекта**, количественно равный прибыли за вычетом нормы прибыли с произведенных одновременных (капитальных) затрат.

Поэтому в качестве показателей экономической эффективности обычно выступают следующие.

1. Годовой экономический эффект:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{год}} - E_{\text{н}} \cdot K.$$

2. Коэффициент экономической эффективности капитальных вложений:

$$E = \mathcal{E}_{\text{год}} / K.$$

3. Срок окупаемости (в годах) капитальных вложений:

$$T = K / \mathcal{E}_{\text{год}}.$$

Здесь: K — единовременные (капитальные) затраты (вложения) на создание ИС, $\mathcal{E}_{\text{год}}$ — годовая экономия (прибыль), получаемая при использовании ИС, $E_{\text{н}}$ — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

Коэффициент $E_{\text{н}}$ должен характеризовать средний уровень эффективности капитальных вложений в хозяйство страны, и при рыночной экономике он должен быть не меньше процентной ставки банковского кредита (при плановом ведении хозяйства этот коэффициент диктовался сверху из Госплана СССР).

Если использовать названные показатели в качестве критерия для принятия решения о целесообразности создания ИС, то они должны быть следующими:

$$\mathcal{E} > 0, E > E_{\text{н}}, T < 1 / E_{\text{н}}.$$

Поскольку расчет величины годовой эффективности вызывает обычно серьезные затруднения, на практике часто работают иные экономические показатели.

1. Показатель годовых приведенных затрат:

$$Z_{\text{н}} = C + E_{\text{н}} \cdot K.$$

2. Показатель «полной стоимости владения»:

$$Z_{\text{н}} = K + T_{\text{св}} \cdot C.$$

Здесь C — годовые текущие (эксплуатационные) затраты на ИС, T_{cc} — срок службы (в годах) информационной системы, обусловленный ее физическим или моральным старением.

Соответствовать этим показателям будут критерии:

$Z_{\Pi} = C + E_{\Pi} \cdot K \rightarrow \min$ — «критерий минимума годовых приведенных затрат», весьма распространенный и сейчас, но особо «любимый» чиновниками общесюжных министерств и ведомств, поскольку давал им возможность произвольно регулировать инвестиции в свои отрасли, устанавливая для них специальные значения E_{Π} ;

$Z = K + T_{cc} \cdot C \rightarrow \min$ — «критерий минимума полных затрат», как он ранее именовался в экономической литературе, или «критерий минимума полной стоимости владения», как он сейчас обычно именуется в компьютерной литературе (для ИС это самый популярный сейчас критерий).

Данные критерии являются критериями сравнительной экономической эффективности, то есть позволяют проводить выбор лучшей системы из нескольких сравниваемых между собой. Причем сравнение ведется только по затратам, то есть можно сравнивать только системы, обеспечивающие одинаковые результаты (удовлетворяющие требованию «тождества эффекта»). Это как раз и позволяет при анализе систем исключить необходимость точного расчета величины $Z_{\text{гол}}$, то есть значительно упростить расчет.

Следует также заметить, что использование «критерия минимума годовых приведенных затрат» в приведенном выше аналитическом выражении целесообразно только при условии единовременного вложения капитальных затрат — в противном случае в формулу необходимо ввести дополнительные коэффициенты приведения. К «критерию минимума полной стоимости владения» это замечание не относится, но в критерии $Z \rightarrow \min$ в большей степени, чем в критерии $Z_{\Pi} \rightarrow \min$, следует учитывать изменение во времени величины текущих затрат.

Методические вопросы разработки оптимальных информационных систем

Оптимизация информационных систем должна выполняться по одному из рассмотренных выше критериев экономической эффективности при обеспечении надлежащего уровня их надежности, достоверности и безопасности. Определение рационального уровня этих показателей, в свою очередь, является самостоятельной весьма сложной технико-экономической задачей. При этом методология решения задач для всех трех названных показателей имеет много общего. Поскольку обеспечение безопасности информации, без преувеличения, — одна из важнейших проблем современного информационного общества, рассмотрим, в качестве примера, проблему построения оптимальной системы защиты информации несколько подробнее.

Вопрос оптимизации систем защиты информации (СЗИ) весьма важен, так как затраты на их создание достаточно существенны, а потери от некачественного функционирования СЗИ обычно еще больше. Тем не менее принцип «чем мощнее защита — тем лучше» также не всегда верен, поскольку желательно все же соизмерять затраты и результаты. Можно предложить следующую модель исследования и разработки систем защиты информации (рис. 20.4).

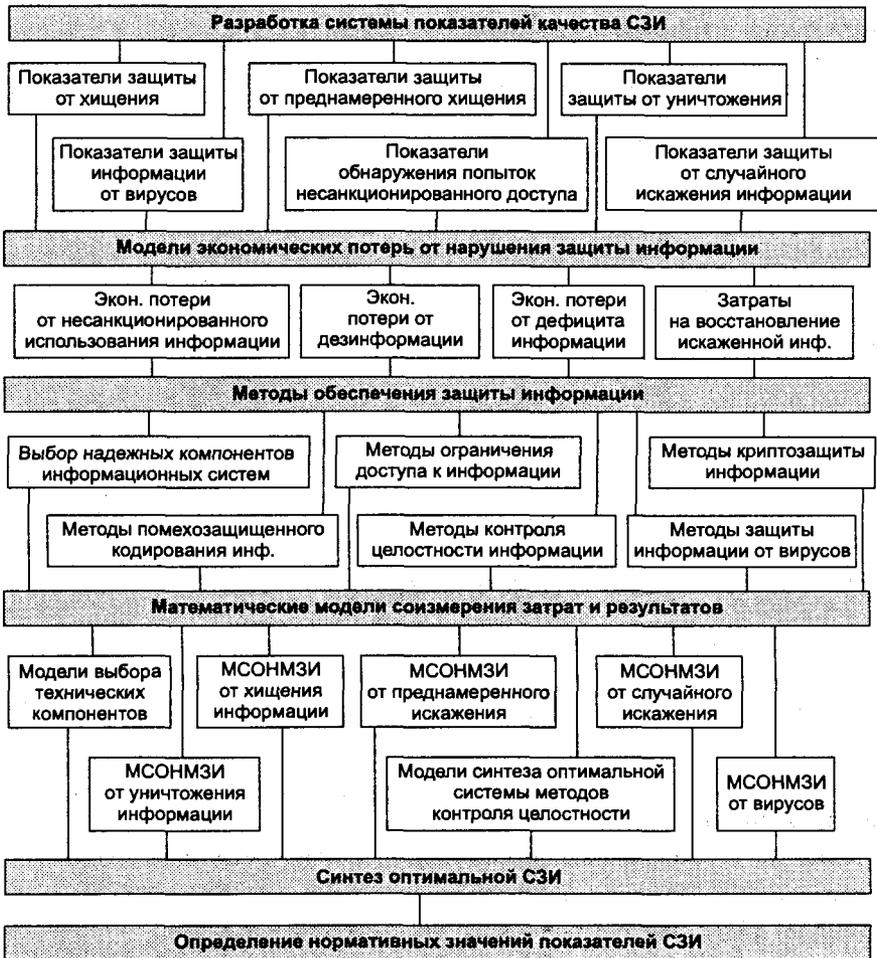


Рис. 20.4. Модель исследования и разработки СЗИ

В качестве примера можно рекомендовать работу [6], где выполнен весь комплекс исследований СЗИ от случайных искажений, разработаны:

- методика расчета экономических потерь от дезинформации;
- методика расчета экономических потерь от дефицита информации;
- методика расчета затрат на восстановление информации;
- способы помехозащищенного кодирования информации;
- методы контроля достоверности информации;
- критерии оптимизации и модели синтеза оптимального набора методов защиты информации (МСОНМЗИ) от случайного искажения;
- модели синтеза оптимального набора методов контроля целостности информации;
- методика определения нормативных значений достоверности информации.

Следует сказать, что любое обоснование значений показателей должно базироваться на соизмерении затрат и результатов по критерию «минимума суммы затрат и потерь» (затрат на обеспечение значений показателей и урона от нарушений СЗИ). Модели оптимизации в этом случае получаются достаточно сложными.

В качестве упрощенной альтернативы данному критерию можно использовать минимум показателя «стоимость/эффективность». И лишь при наличии обоснованных нормативных значений показателей СЗИ следует выбрать критерии «минимум приведенных затрат» и весьма популярный в технической литературе критерий «полной стоимости владения» (аналог экономического критерия «полных затрат»). Применение двух последних критериев позволяет существенно упростить модель оптимизации, поэтому определение нормативных значений показателей СЗИ является весьма ответственной и важной задачей.

Только проведение исследований в полном объеме в соответствии с предлагаемой моделью позволит создать действительно оптимальную СЗИ.

Аналогичные модели применимы и для оптимизации надежности, и для оптимизации достоверности информации.

Вопросы для самопроверки

1. Назовите и определите основные свойства информационных систем, обуславливающие их эффективность и качество.
2. Назовите основные свойства и показатели надежности.
3. Назовите основные виды обеспечения надежности и виды избыточности ИС.
4. Сформулируйте понятие «достоверность функционирования ИС» и его отличие от точности.
5. Назовите основные методы обеспечения достоверности информации.
6. Сформулируйте базовые принципы построения корректирующих кодов и их возможности по обеспечению достоверности информации.
7. В чем важность проблемы защиты информации от несанкционированного доступа?
8. Дайте краткое описание основных методов защиты информации от несанкционированного доступа.
9. В чем сущность криптографической защиты информации? Назовите основные принципы криптозащиты с открытым и закрытым ключами.
10. Что такое цифровая электронная подпись? Кратко опишите технологический процесс ее формирования.
11. Что такое компьютерные вирусы и как с ними бороться?
12. Назовите основные показатели эффективности информационных систем.
13. Сформулируйте несколько прагматических и технико-эксплуатационных показателей эффективности.
14. Чем определяется приоритетная роль социально-экономических показателей эффективности?
15. Назовите основные экономические показатели и критерии выбора ИС.

Заключение.

Перспективы развития информационных систем

Основной тенденцией развития вычислительной техники в настоящее время является дальнейшее расширение сфер применения компьютеров и, как следствие, переход от отдельных машин к их системам — вычислительным системам и комплексам разнообразных конфигураций с широким диапазоном функциональных возможностей и характеристик.

Наиболее перспективные, создаваемые на основе персональных компьютеров, территориально распределенные информационно-вычислительные сети ориентируются не столько на вычислительную обработку информации, сколько на коммуникационные информационные услуги: электронную почту, системы телеконференций и информационно-справочные системы.

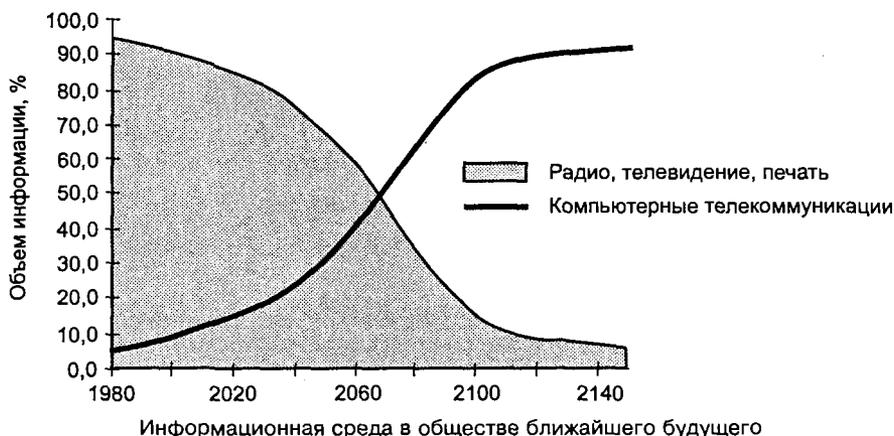
Специалисты считают, что в начале XXI века для общества цивилизованных стран грядет смена основной **информационной «среды»**. Удельные объемы информации, получаемой обществом по традиционным каналам СМИ (радио, телевидение, печать) и по компьютерным сетям, можно проиллюстрировать графиком на с. 693.

Уже сегодня пользователям глобальной информационной сети Интернет стала доступной практически любая находящаяся в хранилищах знаний этой сети неконфиденциальная информация.

Можно почитать или посмотреть, например, любую из нескольких сотен религиозных книг, рукописей или картин в библиотеке Ватикана, оформленных в виде файлов, послушать музыку в Карнеги Холл, «заглянуть» в галереи Лувра или в кабинет президента США в Белом доме; пользователи этой суперсети могут оперативно получить для изучения интересующую их статью или подборку материалов по нужной тематике, могут опубликовать в Сети свою новую работу, обсудить ее с заинтересованными специалистами.

В сети Интернет реализован принцип «гипертекста», согласно которому пользователь, выбирая встречающиеся в читаемом тексте ключевые слова, может

получить необходимые дополнительные пояснения и материалы для углубления в изучаемую проблему. Благодаря этому принципу читатель может ознакомиться с электронной газетой, персонализированной на любую интересующую его тематику, с любой степенью подробности и достоверности. Электронная почта Интернета позволяет получить почтовое отправление из любой точки земного шара (где есть терминалы этой сети) через 5 секунд, а не через неделю или месяц, как это имеет место при использовании обычной почты.



В Массачусетском технологическом университете (США) создана электронная книга, куда можно записывать любую информацию из Сети; читать эту книгу можно, отключившись от Сети, автономно, в любом месте. Сама книга в твердом переплете, содержит тонкие жидкокристаллические индикаторы — страницы с бумагообразной синтетической поверхностью и высоким качеством «печати».

При разработке и создании собственно компьютеров существенный и устойчивый приоритет в последние годы имеют сверхмощные компьютеры — *суперкомпьютеры* — и *миниатюрные* и *сверхминиатюрные* ПК. Ведутся, как уже указывалось, поисковые работы по созданию компьютеров 6-го поколения, базирующихся на распределенной «нейронной» архитектуре — *нейрокомпьютеров*. В частности, в нейрокомпьютерах могут использоваться уже имеющиеся специализированные сетевые МП — транспьютеры. *Транспьютер* — микропроцессор сети со встроенными средствами связи.

Например, транспьютер IMS T800 при тактовой частоте 30 МГц имеет быстродействие 15 млн операций в секунду, а транспьютер Intel WARP при 20 МГц — 20 млн операций в секунду (оба транспьютера 32-разрядные).

Ближайшие прогнозы по созданию отдельных устройств компьютера:

- микропроцессоры с быстродействием 1000 MIPS и встроенной памятью 16 Мбайт;
- встроенные сетевые и видеоинтерфейсы;
- плоские (толщиной 3–5 мм) крупноформатные дисплеи с разрешающей способностью 1200 × 1000 пикселей и более;

- портативные, размером со спичечный коробок, магнитные диски емкостью более 100 Гбайт; терабайтовые дисковые массивы на их основе сделают практически ненужным стирание старой информации.

Повсеместное использование *мультиканальных широкополосных радио, волоконно-оптических и оптических каналов* обмена информацией между компьютерами обеспечат практически неограниченную пропускную способность.

Широкое внедрение средств *мультимедиа*, в первую очередь *аудио- и видеосредств* ввода и вывода информации, позволят общаться с компьютером естественным для человека образом. Мультимедиа нельзя трактовать узко, только как мультимедиа на ПК. Нужно говорить о бытовом (домашнем) мультимедиа, включающем в себя и компьютер, и целую группу потребительских устройств, доводящих потоки информации до потребителя и активно забирающих информацию у него.

Этому уже сейчас способствуют:

- технологии медиа-серверов, способных собирать и хранить огромнейшие объемы информации и выдавать ее в реальном времени по множеству одновременно приходящих запросов;
- системы сверхскоростных широкополосных информационных магистралей, связывающие воедино все потребительские системы.

Названные ожидаемые технологии и характеристики устройств компьютеров совместно с их общей миниатюризацией могут сделать всевозможные вычислительные средства и информационные системы вездесущими, привычными, обыденными, органично вписывающимися в нашу повседневную жизнь.

Специалисты предсказывают в ближайшие годы возможность *создания компьютерной модели реального мира*, такой виртуальной (кажущейся, воображаемой) системы, в которой мы можем активно жить и манипулировать виртуальными предметами. Простейший прообраз такого кажущегося мира уже сейчас существует в сложных компьютерных играх. Но в будущем речь будет идти не об играх, а о виртуальной реальности в нашей повседневной жизни, когда нас в комнате, например, будут окружать сотни активных компьютерных устройств, автоматически включающихся и выключающихся по мере надобности, активно отслеживающих наше местоположение, постоянно снабжающих нас ситуационно необходимой информацией, активно воспринимающих нашу информацию и управляющих многими бытовыми приборами и устройствами.

Информационная революция затронет все стороны жизнедеятельности.

Компьютерные системы: при работе на компьютере с «дружественным интерфейсом» человек будет воочию видеть виртуального собеседника, активно общаться с ним на естественном речевом уровне с аудио- и видеоразъяснениями, советами, подсказками. «Компьютерное одиночество», так вредно влияющее на психику активных пользователей, исчезнет.

Системы автоматизированного обучения: при наличии обратной видеосвязи ученик будет общаться с персональным виртуальным наставником, учитывающим психологию, подготовленность, восприимчивость подопечного.

Торговля: любой товар будет сопровождаться не штрих-кодом, нанесенным на торговый ярлык, а активной компьютерной табличкой, дистанционно общающейся с потенциальным покупателем и сообщаящей всю необходимую ему информацию — что, где, когда, как, сколько и почему.

И так далее, и тому подобное.

Техническое и программное обеспечение, необходимое для создания таких виртуальных систем:

- дешевые, простые, портативные компьютеры со средствами мультимедиа;
- программное обеспечение для «вездесущих» приложений;
- миниатюрные приемо-передающие радиоустройства (трансиверы) для связи компьютеров друг с другом и с сетью;
- вживляемые под кожу миниатюрные приемо-передающие чипы;
- распределенные широкополосные каналы связи и сети.

Многие предпосылки для создания указанных компонентов, да и простейшие их прообразы уже существуют (вживляемые под кожу миниатюрные приемо-передающие чипы уже сейчас разработаны фирмой Applied Digital Solution).

Но есть и проблемы. Важнейшая из них — обеспечение прав интеллектуальной собственности и конфиденциальности информации, чтобы вся личная жизнь каждого из нас не стала всеобщим достоянием.

Литература

1. *Абель П.* Язык ассемблера для IBM PC и программирования. М.: Высшая школа, 1992. 447 с.
2. *Айден К., Фибельман Х., Крамер М.* Аппаратные средства PC. СПб.: БХВ, 1996. 544 с.
3. *Богданов В. В.* Управление проектами в Microsoft Project 2002. СПб.: Питер, 2003. 640 с.
4. *Богумирский Б.* Эффективная работа на IBM PC. СПб.: Питер, 1995. 688 с.
5. *Ботт Э., Зихерт К.* Эффективная работа: Windows XP. СПб.: Питер, 2003. 1072 с.
6. *Бройдо В. Л.* Достоверность экономической информации в АСУ. Л.: Изд-во ЛГУ, 1984. 200 с.
7. *Бройдо В. Л.* Обеспечение надежности систем обработки данных. Л.: ЛИЭИ, 1988. 80 с.
8. *Бройдо В. Л.* Модели и методы обеспечения надежности и достоверности СОД. Л.: ЛИЭИ, 1989. 59 с.
9. *Бройдо В. Л., Диденко В. В., Крылов В. С.* и др. Научные основы организации управления и построения АСУ / Под ред. В. Л. Бройдо и В. С. Крылова. М.: Высшая школа, 1990. 190 с.
10. *Бройдо В. Л.* ПЭВМ: Архитектура и программирование на ассемблере. СПб.: СПб.ГИЭА, 1994. 218 с.
11. *Бройдо В. Л.* Офисная оргтехника для делопроизводства и управления. М.: Изд. дом «ФилинЪ», 1998. 424 с.
12. *Бройдо В. Л.* Офисная информационная техника. СПб.: СПб.ГИЭА, 1999. 120 с.
13. *Бройдо В. Л.* Основы информатики. СПб.: СПб.ГИЭА, 1999. 104 с.
14. *Бройдо В. Л.* Офисные пакеты Word 2000 и Excel 2000. СПб.: СПб.ГИЭУ, 2001. 232 с.
15. *Бугорский В. Н., Соколов Р. В.* Экономика и проектирование информационных систем. СПб.: РИО «Роза мира», 1998. 340 с.

16. *Губинский А. И.* Надежность и качество функционирования эргатических систем. Л.: Наука, 1982. 270 с.
17. *Гук М.* Аппаратные средства IBM PC. Энциклопедия. СПб.: Питер, 2000. 816 с.
18. *Гук М.* Аппаратные средства локальных сетей. СПб.: Питер, 2000. 576 с.
19. *Евдокимов В. В., Бекаревич Ю. Б., Власовец А. М. и др.* Экономическая информатика / Под ред. В. В. Евдокимова. СПб.: Питер, 1997. 592 с.
20. *Ильина О. П.* Информационные технологии бухгалтерского учета. СПб.: Питер, 2001. 688 с.
21. *Каган Б. М.* Электронные вычислительные машины и системы. М.: Энергоатомиздат, 1991. 592 с.
22. *Касперский Е.* Компьютерные вирусы в MS DOS. М.: Изд-во «ЭДЭЛЬ», 1992. 176 с.
23. *Кирсанов Д.* Факс-модем: от покупки и подключения до выхода в Интернет. СПб.: Символ-Плюс, 1997. 336 с.
24. *Конюховский П. В., Колесов Д. Н., Осипов Г. С. и др.* Экономическая информатика / Под ред. П. В. Конюховского и Д. Н. Колесова. СПб.: Питер, 2000. 560 с.
25. *Кульгин М.* Технологии корпоративных сетей. Энциклопедия. СПб.: Питер, 1999. 704 с.
26. *Ламекин В. Ф.* Оргтехника. Ростов-на-Дону, 1997. 480 с.
27. *Макарова Н. В., Бройдо В. Л., Ильина О. П. и др.* Информатика / Под ред. Н. В. Макаровой. М.: Финансы и статистика, 2003. 768 с.
28. *Новиков Ю., Черепанов А.* Персональные компьютеры. СПб.: Питер, 2001. 464 с.
29. *Олифер В. Г., Олифер Н. А.* Компьютерные сети. СПб.: Питер, 2000. 672 с.
30. *Петров В. Н.* Информационные системы. СПб.: Питер, 2002. 688 с.
31. *Пятибратов А. П., Гудыно Л. П., Кириченко А. А.* Вычислительные системы, сети и телекоммуникации / Под. ред. А. П. Пятибратова. М.: Финансы и статистика, 2001. 512 с.
32. *Романец Ю. В., Тимофеев П. А., Шаньгин В. Ф.* Защита информации в компьютерных системах и сетях. М.: Радио и связь, 1999. 328 с.
33. *Симонович С. В., Евсеев Г. А., Мураковский В. И.* Информатика. Базовый курс / Под ред. С. В. Симоновича. СПб.: Питер, 1999. 640 с.
34. *Смирнов А. Д.* Архитектура вычислительных систем. М.: Наука, 1990. 320 с.
35. *Таненбаум Э.* Архитектура компьютера. СПб.: Питер, 2002. 704 с.
36. *Хэлворсон М., Янг М.* Эффективная работа: Office XP. СПб.: Питер, 2003. 1072 с.
37. *Хелд Г.* Технологии передачи данных. СПб.: Питер, 2003. 720 с.
38. *Юров В., Хорошенко С.* Assembler: учебный курс. СПб.: Питер, 1999. 672 с.

Алфавитный указатель

A

ADSL, 429, 471, 555
Alta Vista, 498
AMPS, 578, 580, 582
ARCNet, 447
ATA, 130, 141, 142, 265
ATM, 412

B

BBS, 477
BIOS, 132, 152, 292, 348
Bluetooth, 553

C

CDMA, 429, 578, 581, 584, 587, 624
CISC, 107, 115, 331

D

DAMPS, 580, 582, 587
DEBUG, 323, 333
DFS, 521, 524
DIMM, 152
DOCS Open, 536, 541
DOS, 110, 193, 292, 315, 343, 348
DRAM, 129, 147, 152, 153, 222
DRDRAM, 155, 222, 265

E

EDACS, 592, 599
e-mail, 474
ERMES, 610
Ethernet, 393, 431, 443, 446, 528, 624
Exchange Server, 516

F

FDDI, 430, 445, 448
FDMA, 580, 598
FLEX, 610, 612
Frame Relay, 403, 409
FTP, 465, 473, 474, 475

G

Gateway, 619
GPS, 585, 604
GroupWise, 527, 530, 531
GSM, 429, 580, 582, 587

H

HDSL, 429, 554
HTML, 489, 490, 492, 588
HTTP, 465, 489

I

IBM PC, 54, 55, 108
ICO, 602
IDE, 127, 141, 177, 265
IEEE 802.3, 443, 450
IEEE 802.5, 443, 447
Inmarsat, 600
Internet Explorer, 254, 378, 381, 494
Intranetware, 527
IP, 122, 291, 331, 335, 464, 620
IP-адрес, 238, 466, 480, 676
IP-телефония, 619
IRC, 479
Iridium, 601
ISDN, 401, 412, 429, 471, 554

L

Linux, 344

M

Microsoft Access, 380
Microsoft Excel, 379
Microsoft Office, 366, 536
Microsoft Outlook, 380
Microsoft PowerPoint, 381
Microsoft Word, 379
MIME, 483, 486, 492

N

NDS, 451, 529
NET PC, 416, 513

Net Ware, 632
NetMeeting, 622
Netscape, 482, 528
Netscape Navigator, 492
NetWare, 393, 400, 449, 451
NetWare 5.1, 528
NMT, 429, 578, 580, 582, 584, 587
NNTP, 465

O

offline, 468
online, 468
OS/2, 343
OSI, 397, 441, 443, 449, 464, 528
Outlook Express, 482, 484

P

PCMCIA, 144, 428, 429
Pentium, 49, 110, 117, 377
POCSAG, 608, 610

R

RAM, 87, 149, 222
RAM EDO, 153
RDS, 609
RIMM, 134, 152, 155
RISC, 96, 107, 115, 589, 656
ROM, 87, 149, 156

S

SCSI, 142, 178, 200, 265, 416
SDRAM, 154, 222, 265
SIMM, 131, 151, 153
Smart Trunk, 592
SMS, 586, 587, 597
SMTP, 465, 481, 492, 589
SPX/IPX, 433, 528
SQL Server, 454, 524
SRAM, 147

T

TCP, 464, 508, 621
TCP/IP, 410, 432, 464, 516, 528
TDMA, 578, 580, 597
Telnet, 465, 474, 476
TETRA, 579, 592, 597
Token Ring, 443, 445, 447, 528

U

UDMA, 142, 193
UMTS, 581, 590
UNIX, 62, 343, 344, 523, 531
URL, 468, 489, 494
USB, 127, 143, 180, 265, 430
USENET, 474, 478, 496

V

VDSL, 429, 556
VLIW, 93, 107, 116, 121

W

WAP, 586, 588, 597
Web Chat, 479
web-сайт, 240
web-сервер, 489, 501
Windows 2000, 165, 344, 345, 449, 453
Windows 98, 344
Windows NT, 62, 111, 165, 344, 449, 453
Windows NT Workstation, 453, 517, 541
Windows NT/2000 Server, 517
Windows Server 2000, 453, 454, 516
WorkFlow, 536, 540
WWW, 468, 474, 488, 496

X

X.25, 400, 405, 407
X.400, 481

Y

Yahoo, 497, 498

A

абонентский пункт, 384, 389
автоответчик, 428, 564, 566, 573, 616
автосекретарь, 566
адаптер, 89, 209, 224, 402, 429, 554
адрес
 сегмента, 158, 159, 295, 332, 337
 смещения, 158, 162, 296, 337
адресация
 косвенная, 295, 301
 непосредственная, 295, 300, 302
 прямая, 295, 301, 330
адресное пространство, 107, 137, 144, 157
алгоритм, 30, 196, 282, 284, 677
антивирусные программы, 681, 683, 684
арифметико-логическое устройство, 84, 114,
 117, 120, 332, 387
атрибут файла, 171, 319

Б

байт, 21, 173, 187, 222, 300, 330
безотказность, 645, 649
бит, 21, 136, 240
брандмауэр, 532, 671, 675, 683
браузер, 378, 416, 597, 627
быстрый набор, 565, 586

В

видеомонитор, 202, 210, 266, 602
 на плоских панелях, 216, 217
видеосвязь, 623, 628

виды обеспечения надежности, 652
 виртуальная реальность, 251
 вирусы, 132, 416, 679, 683
 документные, 680
 загрузочные, 680
 сетевые, 680
 файлово-загрузочные, 680
 файловые, 680
 витая пара, 411, 431, 457, 550
 внешние
 запоминающие устройства, 88, 199, 387
 устройства, 88, 124, 202, 231, 349
 время наработки на отказ, 50
 вычислительные системы
 многомашинные, 384
 многопроцессорные, 57, 58

Г

гипертекст, 489, 491

Д

данные, 17, 30, 175
 дигитайзер, 88, 245
 директивы ассемблера, 297, 307, 310
 дисковые массивы, 184, 185
 домен, 455, 467, 522, 674
 доменный адрес, 467
 достоверность
 данных, 27, 659
 информации, 27, 657, 658
 функционирования, 40, 391, 644, 649, 657
 драйвер, 193, 226, 245, 289, 349, 451

З

загрузчик, 348, 350
 защита
 криптографическая, 676
 от несанкционированного доступа, 507, 672
 памяти, 109, 289
 защитные фильтры, 215

И

избыточность, 69, 389, 651, 665
 информации, 652
 Интернет, 76, 230, 344, 359, 471, 581, 586, 619
 интерфейс, 85, 139, 144, 341, 360, 402
 интранет, 392, 499, 506, 528
 информатика, 13, 28
 информационная система, 509, 538, 687
 информация, 16, 18, 149, 380, 544, 657
 качество, 24
 количество, 18, 21, 22
 экономическая, 18

К

каналы
 связи, 418, 463, 552, 630
 цифровые, 401, 409, 554, 635

карманные компьютеры, 99
 качество
 информации, 24
 информационной системы, 644
 клавиатура, 96, 225, 608
 кластер, 62, 173–175
 ключ
 закрытый, 678
 открытый, 678
 коаксиальный кабель, 431, 457, 551
 кодовое расстояние, 665
 коды
 ASCII, 73, 229
 корректирующие, 151, 662, 664
 количество информации, 545
 команды ассемблера, 298, 302, 330
 коммутаторы, 385, 388, 412, 418, 442, 547, 564, 568
 коммутация, 399, 402, 457
 компакт диски, 190
 компьютер, 14, 43, 45, 405, 416, 664
 персональный, 53, 55, 149, 339, 535
 сетевой, 416, 513
 контроллер, 130, 177, 221, 454, 456, 608
 прерываний, 90, 292
 контроль достоверности информации, 409, 419
 конференц-связь, 566
 концентраторы, 385, 388, 420, 547, 574
 корпоративная информационная система, 509, 512, 521, 532
 коэффициент готовности, 656
 критерий минимума
 годовых приведенных затрат, 689
 полной стоимости владения, 689
 кэш-память, 132

Л

листинг, 323, 329

М

магнитные диски, 164
 маршрутизатор, 528, 620
 маршрутизация, 396, 399, 408, 414, 420, 421
 машинная команда, 284
 методы доступа, 166, 444, 445, 457
 микропроцессор, 41, 44, 84, 106, 158, 296, 387, 426
 микросхемы, 89, 112, 126, 221
 многопрограммный режим, 94, 342
 модем, 89, 389, 423, 426, 471, 547, 573, 616, 630, 683
 модификаторы, 297, 299
 мосты, 130, 441, 443
 мультимедиа, 89, 96, 191, 251
 мультиплексоры, 89, 385, 388, 420, 547
 мэйнфреймы, 49, 50

Н

- надежность, 40, 150, 391, 411, 457, 545, 646
 - информационных систем, 644
- накопители
 - на гибких магнитных дисках, 87, 93, 163, 185
 - на дисках DVD, 190, 195, 197
 - на жестких магнитных дисках, 87, 163, 176, 293
 - на магнитной ленте, 162, 199, 417
 - на оптических дисках, 87, 190

О

- объем данных, 21, 25, 652, 659
- оперативная память, 61, 96, 377
- операционная система, 92, 290, 340, 343, 451, 675
- определитель номера, 602
- оптоволоконный кабель, 457, 552
- основная память, 85, 146, 157
- отказ, 62, 150, 391, 645
- отказоустойчивые системы, 656
- отладчик, 284, 297, 347
- офисные АТС, 561, 569, 571

П

- память
 - виртуальная, 110, 158, 159
 - дополнительная, 162
 - кэш, 94, 107, 146, 148
 - микропроцессорная, 84, 106, 121, 146, 294, 296, 331
 - расширенная, 162
 - стандартная, 161
- панель управления, 365
- пейджеры, 545, 559, 606, 611
- пейджинговые системы, 607
- плоттеры, 89
- повторители, 422, 431, 440, 547
- поисковые
 - каталоги, 496
 - машины, 381, 496
- показатели
 - достоверности, 686
 - надежности, 25, 57, 687
 - прагматической эффективности, 686, 687
 - технической эффективности, 687
 - экономической эффективности, 685, 688
- полоса пропускания, 407, 425, 546, 551
- поля
 - переменной длины, 74
 - постоянной длины, 74
- прерывания, 90, 230, 289, 290, 316, 349
- принтеры, 231, 238, 267, 316
- провайдер, 407, 463, 502
- проверка полномочий, 673, 676
- программа, 132, 160, 167, 297, 322, 478, 679

- программное обеспечение, 34, 352, 385, 432, 469, 649
 - прикладное, 339, 440
 - системное, 340, 347, 432
- производительность, 62, 92, 387, 410, 442, 516
- прокси-сервер, 418
- пропускная способность, 25, 136, 391, 457, 545
- протокол, 396, 403, 424, 464, 475, 521, 608
 - OSI, 144, , 403, 405, 425, 449, 464, 678
 - передачи данных, 441
- протокол OSI, 588
- процессор, 41

Р

- рабочая станция, 435, 448, 452, 463
- радиотелефонная связь, 556, 561, 579
- радиоудлинители, 568
- разрядность
 - адресных шин, 158
- регистр флагов, 121, 333
- режим
 - защищенный, 110
 - многопрограммный, 289
 - однопрограммный, 287
 - пакетной обработки, 287, 289
 - разделения времени, 289
 - реального времени, 287, 290
- реквизит, 662
- роуминг, 580, 582, 590, 592, 603
- рутинг, 580, 582

С

- связующие процессоры, 385
- сегментные регистры, 121, 323
- сектор, 141, 165, 188, 680
- сервер, 393, 439, 470
 - приложений, 454, 514
 - телефонный, 619
- сервисные программы, 481, 515
- сетевая операционная система, 432, 448, 451, 516, 528, 617
- сеть
 - вычислительная, 390, 440, 624
 - глобальная, 392
 - информационная, 459, 474
 - кампуса, 436
 - корпоративная, 506, 512
 - локальная, 436, 449, 453, 459, 553
 - рабочей группы, 506
 - региональная, 392
 - серверная, 440
- синтаксический контроль, 347
- система
 - информационная, 509, 538, 687
 - передачи информации, 545, 548
 - распознавания речи, 254
 - счисления, 65, 69
 - телеобработки данных, 384

системная
 плата, 143
 шина, 133, 136
 системный блок, 473
 системы телеобработки данных, 389
 сканеры, 88, 89, 142, 239
 служба каталогов, 454, 516, 520, 525
 сопроцессор, 90, 109
 сотовые системы радиотелефонной связи, 578, 579, 582
 спецификация файла, 368, 468
 спутниковая персональная связь, 599
 спутниковые навигационные системы, 604
 стандарт TCO-99, 213

Т

тактовая частота, 92, 129
 телеграфная связь, 629, 631
 телеконференция, 479
 телефонная
 линия, 425, 617
 связь, 419, 618
 тестовые программы, 269
 топология сети, 457, 511
 транкинговая связь, 592
 транслятор, 283
 трафик, 411, 414, 442, 555, 590, 622, 676

У

универсальные регистры, 121
 управление
 данными, 342
 процессами, 342, 403
 ресурсами, 341, 351, 518
 уровни OSI
 канальный, 399
 представления, 398
 прикладной уровень, 398
 сеансовый, 398
 сетевой, 399
 транспортный, 398
 физический, 399
 устройство
 управления, 84, 118, 387

Ф

файл, 165, 170, 323, 683
 двоичный, 166
 текстовый, 166, 317
 файловая система, 506, 525
 файловый сервер, 452
 факс, 506, 573, 608, 636, 639
 факсимильная связь, 488, 634
 флэш-память, 180, 183

Х

хост-компьютер, 435, 466, 470

Ц

центральный процессор, 41
 цифровые универсальные диски, 190, 195, 197

Ч

чипсет, 126, 130, 135
 числа двоичные, 73, 297

Ш

шина
 AGP, 139, 223, 224, 265
 ATA, 141, 142, 265
 IDE, 127, 141, 177, 265
 ISA, 127, 136, 265, 426, 430
 PCI, 127, 139, 223, 224, 265, 426, 430
 SCSI, 142, 178, 265, 416
 USB, 127, 143, 180, 265, 430
 локальная, 136
 периферийная, 141
 расширений, 136
 шлюзы, 431, 441, 619

Э

электронная цифровая подпись, 678, 679
 электронные секретари, 641
 электронный документ, 30, 533
 эффективность системы, 50, 645

Бройдо Владимир Львович

**Вычислительные системы, сети и телекоммуникации:
Учебник для вузов**

2-е издание

Главный редактор	<i>Е. Строганова</i>
Заведующий редакцией	<i>И. Корнеев</i>
Руководитель проекта	<i>Ю. Суркис</i>
Литературный редактор	<i>Е. Васильев</i>
Художник	<i>Н. Биржаков</i>
Корректоры	<i>Н. Лукина, И. Смирнова</i>
Верстка	<i>Р. Гришанов</i>

Лицензия ИД № 05784 от 07.09.01.

Подписано в печать 31.10.03. Формат 70×100/16. Усл. п. л. 56,76.

Тираж 4500 экз. Заказ № 996.

ООО «Питер Принт». 196105, Санкт-Петербург, ул. Благодатная, д. 67в.

Налоговая льгота – общероссийский классификатор продукции

ОК 005-93, том 2; 953005 – литература учебная.

Отпечатано с готовых диапозитивов в ФГУП «Печатный двор» им. А. М. Горького
Министерства РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.
197110, Санкт-Петербург, Чкаловский пр., 15.

www.cnews.ru

интернет-издание о высоких технологиях

Широта охвата: В поле зрения новостного отдела CNews находятся рынки телекоммуникаций, компьютерного оборудования, программного обеспечения, электронного бизнеса, защиты информации.

Массовость: Ежедневно более 30 тыс. читателей посещают наш сайт. Ежемесячная аудитория издания – более чем 300 тыс. человек по всей России и за рубежом.

E-mail: news@cnews.ru

Тел.: +7 (095) 363-11-57

CNews Analytics

исследования и обзоры рынков ИТ
www.cnews.ru/reviews

Исследования: Экспертами CNA подготовлены десятки обзоров по различным сегментам российского рынка ИТ.

Тренинги: За последний год в Школе CNews учебные курсы прошли более 900 руководителей и специалистов.

E-mail: review@rbc.ru

Тел.: +7 (095) 363-11-11

В. Л. Бройдо

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ, СЕТИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

2-е издание

УЧЕБНИК / ДЛ Я ВУЗОВ

Базовый курс для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Прикладная информатика», преподавателей и всех изучающих современную информатику.

В учебнике рассмотрены вопросы организации, устройства и эффективности информационных систем. Курс предназначен для студентов, изучающих дисциплины «Вычислительные системы, сети и телекоммуникации», «Прикладная информатика» и «Вычислительные машины, сети и системы телекоммуникаций», а также для слушателей институтов повышения квалификации, аспирантов и преподавателей, обеспечивающих учебный процесс по данным дисциплинам. Книга будет весьма полезна и специалистам, связанным с современными информационными технологиями, и более широкому кругу пользователей компьютеров.

ISBN 5-94723-634-6



9 785947 236347

 ПИТЕР®
WWW.PITER.COM

*Темы, рассмотренные
в книге:*

- информация и информатика;
- основные классы компьютеров;
- программное обеспечение;
- компьютерные сети;
- системы телекоммуникаций;
- эффективность и качество вычислительных систем.



Посетите наш web-магазин: <http://www.piter.com>

Этот файл был взят с сайта

<http://all-ebooks.com>

Данный файл представлен исключительно в ознакомительных целях. После ознакомления с содержанием данного файла Вам следует его незамедлительно удалить. Сохраняя данный файл вы несете ответственность в соответствии с законодательством.

Любое коммерческое и иное использование кроме предварительного ознакомления запрещено.

Публикация данного документа не преследует за собой никакой коммерческой выгоды.

Эта книга способствует профессиональному росту читателей и является рекламой бумажных изданий.

Все авторские права принадлежат их уважаемым владельцам.

Если Вы являетесь автором данной книги и её распространение ущемляет Ваши авторские права или если Вы хотите внести изменения в данный документ или опубликовать новую книгу свяжитесь с нами по email.