

### 3. Технические средства САПР

#### 3.1. Виды технических средств

Технические (аппаратные) средства — физическая среда функционирования САПР, включающая электронные (например, микросхемы), электромеханические (например, дисководы) и механические элементы вычислительной системы\*. С помощью технических средств обеспечивается ввод исходной информации и отображение результатов, хранение и доступ к базам данных, передача информации на расстояние, диалоговый режим работы, рациональное распределение ресурсов ЭВМ между коллективом пользователей и др.

Технические средства делятся:

- на центральные и
- периферийные.

К центральным (рис.3.1) относится собственно ЭВМ :  
 • центральный процессор (ЦП), • оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), • постоянное запоминающее устройство (ПЗУ), • встроенные адаптеры для некоторых устройств ввода-вывода (адаптер или контроллер — электронное устройство управления передачей информации между процессором и периферийными аппаратными средствами). У персональных ЭВМ центральные аппаратные средства находятся в системном блоке.

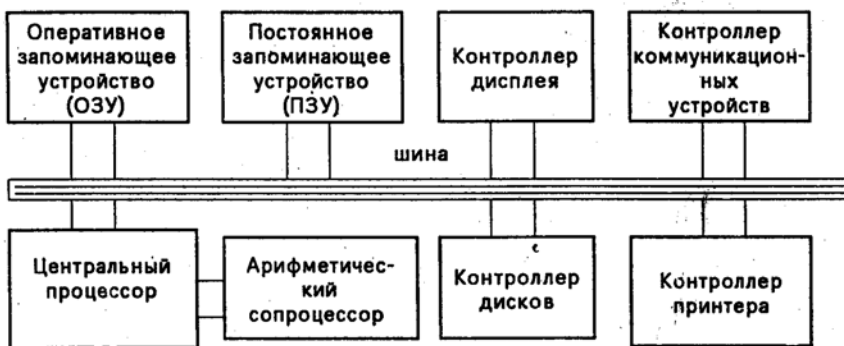


Рис. 3.1. Аппаратные средства ПЭВМ

К периферийным устройствам (ПУ) относятся такие аппаратные средства, как дисплеи или видеомониторы, клавиату-

\*) На Западе аппаратные средства принято называть hardware .

ра, принтеры, запоминающие устройства на магнитных носителях, графопостроители, сканеры, интерфейсные или коммуникационные кабели и т.п.

Эффективное функционирование САПР в большой степени зависит от обоснованного выбора ЭВМ из широкой номенклатуры, предлагаемой сотнями западных фирм-производителей, и всего комплекса технических средств (КТС). Для ориентации в этих вопросах необходимо представлять основные характеристики и возможности различных классов ЭВМ.

### 3.2. Основные характеристики и классы ЭВМ

К основным характеристикам относят :

- быстродействие;
- тип центрального процессора;
- емкость ОЗУ;
- емкость внешней памяти на магнитных дисках;
- используемую операционную систему (ОС) и др.

По быстродействию, т.е. по скорости вычислений, и отчасти по размерам ЭВМ делятся (рис.3.2) на несколько классов\*: су-

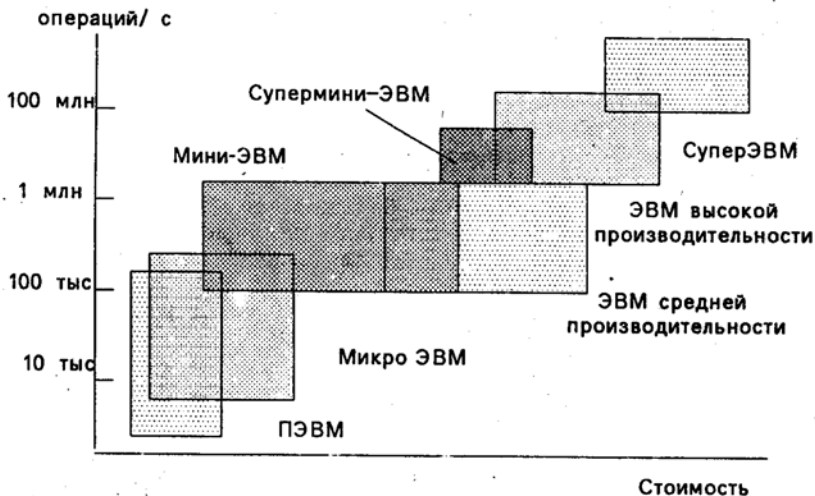


Рис. 3.2. Классификация ЭВМ

\*) Границы между классами ЭВМ размыты и, зачастую, современная ПЭВМ по быстродействию сопоставима с традиционной "большой" ЭВМ средней производительности, а по размерам значительно меньше ее.

перЭВМ; ЭВМ высокой и средней производительности; мини-, супермини-ЭВМ и минисупер-ЭВМ; микроЭВМ и персональные ЭВМ (ПЭВМ).

Некоторое представление о разнообразии видов ЭВМ (или, что то же самое, компьютеров) может дать следующая информация о выдающихся образцах.

Самым мощным компьютером в мире в 1991 году считалась машина Cray Y-MP фирмы Cray Research Inc. с быстродействием 1,3 млрд. операций в секунду. Корпорация Boeing, заплатив 9 млн. долл., использует ее для моделирования аэродинамических испытаний крыла аэробуса (кстати, 65% самых совершенных суперЭВМ, работающих в мире, изготовлены Cray Research).

Распространенная мини-ЭВМ известной фирмы Digital Equipment Corp. (DEC), VAX 11/780 имеет быстродействие 1,1 млн. оп/с. Главная особенность ЭВМ VAX фирмы DEC — объединение компьютеров в сети, как локальные, так и распределенные с выходом в национальные и международные (посредством телефонных каналов, УКВ-станций и спутниковой связи). Важное преимущество технологии DEC — возможность прямого подключения к VAX-сети других ЭВМ (например, типа IBM PC). В последнее время DEC широко рекламирует компьютер Alpha AXP, имеющий 64-разрядный суперскалярный процессор с тактовой частотой 200 МГц.

Примером мини-суперЭВМ является машина Intel Scientific Computer с максимальным быстродействием 7600 Мфлопс (млн. операций с плавающей точкой в секунду).

Знаменитая International Business Machines Corp. (IBM) выпускает несколько семейств ЭВМ с широким диапазоном по производительности: традиционные большие универсальные ЭВМ (их называют на Западе — mainframe), например, ES/9000 Model 9021-982 стоимостью 31 млн. долл. с производительностью 390

Таблица 3.1. Развитие ПЭВМ фирмы IBM

Модель	Поколение	Начало производства
IBM PC	I	1981
IBM PC XT	I	1983
IBM PC jr	I	1983
IBM PC/3270	I	1983
IBM PC AT	II	1984
IBM PC/370 AT	II	1985
IBM PC/3270 AT	II	1986
IBM Portable	II	1984
IBM Convertable	II	1986

MIPS; семейства мини-ЭВМ AS/400 и RISC/6000, а также несколько семейств ПЭВМ. Для сравнения: производительность ПЭВМ IBM PC 730 на процессоре Pentium/90 МГц составляет 150 MIPS при стоимости 2716 долл. В 1981 — 1986 гг. IBM выпускала (табл. 3.1) серию ПЭВМ семейства IBM PC (табл. 3.2), а в 1987 пере-

Таблица 3.2. Характеристики ПЭВМ IBM серии PC

Характеристика	IBM PC	IBM PC XT	BM PC AT
Тип микропроцессора	8088	8088	80286
Тактовая частота, МГц	4,77	4,77/8	6/8
Емкость ОЗУ, Кбайт	640	128—640	256—3000
Тип сопроцессора	8087	8087	80287
НГМД, диаметр, мм	133	133	133
Емкость НГМД, Мбайт	360	360	1200
Емкость НЖМД, Мбайт	—	20	20—40
Тип дисплея	моно	моно/цв	моно/цв
Емкость экрана, символов	25×80	25×80	25×80
Графический режим	640×200	640×200	640×350
Число функц. клавиш	10	10	10
Системная магистраль	PC/XT-bus	PC/XT-bus	AT-bus
Операционные системы	PC DOS MS DOS CP/M-86	PC DOS MS DOS CP/M-86	PC DOS MS DOS Xenix

Таблица 3.3. Характеристики ПЭВМ IBM серии PS/2

Характеристика	Мод. 30	Мод. 50	Мод. 60	Мод. 80
Микропроцессор	8086	80286	80286	80386
Такт. частота, МГц	8	10	10	16/20
Шина данных, бит	16	16	16	32
Шина адреса, бит	20	24	24	32
ОЗУ, Мбайт	0,64-2	1-7	1-15	2-16
Время доступа ОЗУ, нс	150	150	80	80
ПЗУ, Кбайт	64	128	128	128
Сопроцессор	8087	80287	80287	80387
Архитектура	PC	PS/2	PS/2	PS/2
Операционная система	DOS 3.3	DOS 3.3 OS/2	DOS 3.3 OS/2	DOS 3.3 OS/2
Видеоконтроллер	CGA	VGA	VGA	VGA
НГМД, Мбайт	0,72	1,44	1,44	1,44
НЖМД, Мбайт	20	20	44/70	44/70/115

шла на выпуск семейства ПЭВМ IBM Personal System/2 (PS/2).

Настольные ЭВМ фирмы Sun Microsystems (еще недавно запрещенные к продаже в нашу страну) образуют так называемые рабочие станции (workstation), предназначенные для эффективного функционирования САПР различной профессиональной

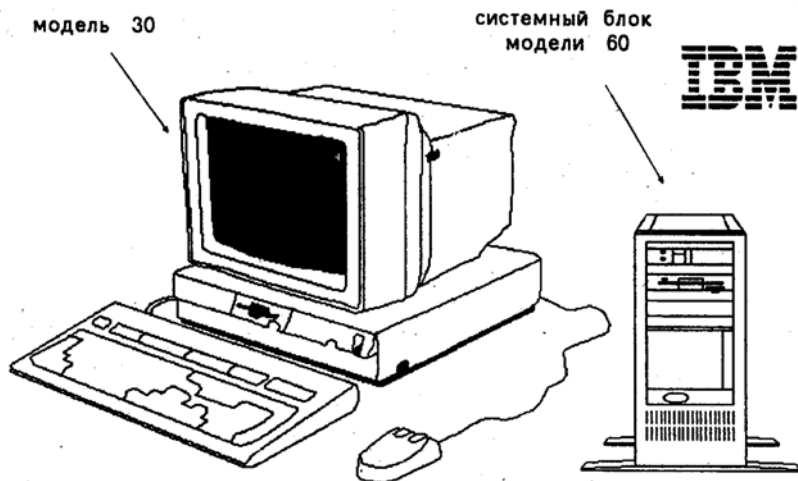


Рис. 3.3. Минимальная комплектация компьютера IBM

ориентации с использованием 2- и 3-мерного графического моделирования. С этой целью, например, графическая станция SPARCstation IPC GX оснащена специальным встроенным процессором (акселератором графики) и “быстрым” текстовым процессором. Рабочие станции (которые иногда называют автоматизированными рабочими местами — АРМ) подключаются к специализированным ПЭВМ, например, SPARCserver 490, укомплектованным магнитными дисками большой емкости и программным обеспечением для хранения и обработки больших баз данных (кстати, в 1991 г. фирме SUN MIC принадлежало около 40% мирового рынка графических рабочих станций, Hewlett-Packard — 16%, DEC — 15%, IBM — 9%).

### 3.3. Состав ПЭВМ

ПЭВМ минимальной комплектации (рис.3.3) состоит из монитора, горизонтального или вертикального системного блока и клавиатуры. Внутри системного блока находятся:

- материнская (системная) плата с микросхемами процессора, ОЗУ и ПЗУ, подключенными к общей шине;
- платы расширения (видеоадаптера, ввода-вывода и др.)
- дисковод гибких магнитных дисков (дискет);
- дисковод жестких магнитных дисков (винчестер);
- разъемы для подключения периферийных устройств.

### Микропроцессор

Ключевой компонентой компьютера является центральный микропроцессор (МП). МП — кремниевая пластинка размером примерно 6 x 6 мм, содержащая более 1 млн. транзисторов и заключенная в пластмассовый корпус с множеством выводов. МП обеспечивает управление ПЭВМ и выполнение введенных в нее программ. Фактически от используемого в ПЭВМ МП зависят такие важные характеристики ПЭВМ как быстродействие, объем адресуемой памяти. Эти характеристики определяются тактовой частотой и разрядностью МП. Длительность тактов характеризует время, затрачиваемое на выполнение команд. Одна из тенденций развития МП состоит в наращивании частоты МП. Современные 16- и 32-разрядные МП работают с тактовой частотой в диапазоне от 12 до 100 МГц и более (табл.3.4).

Разрядность МП означает количество двоичных разрядов — битов (от Binary digIT — двоичная цифра), которые поступают каждый такт для обработки в МП. Чем больше разрядность МП, тем больший объем информации в единицу времени он способен переработать, тем большим быстродействием он обладает. Кроме того, от числа разрядов зависит максимальное количество памяти (ячеек ОЗУ), которую может использовать ПЭВМ при работе. Эта характеристика ограничивает размер выполняемой программы и данных.

Помимо МП, оперирующего только с целыми числами, в ПЭВМ дополнительно устанавливают или используют встроенные сопроцессоры для ускорения обработки чисел с плавающей точкой, что повышает производительность ПЭВМ. Специальные графические сопроцессоры обеспечивают ускорение выполнения таких типичных операций, как пересылка блоков битов, вычерчивание линий и закрашивание областей на экране.

Когда впервые в 1989 г. компания Intel представила МП 80486, он содержал встроенный сопроцессор для вычислений с плавающей запятой. Такой МП сейчас обозначается 486DX; прибор 486SX (1991 г.) — это более дешевый и “медленный” МП, который не содержит сопроцессора (при работе с некоторыми программами он не нужен). Для достижения полной функциональной совместимости Intel начала выпускать математический сопроцессор 487SX. Таким образом, пара 486SX — 487SX обладает возможностями МП 486DX.

Наиболее известными производителями МП являются фирмы Intel, Motorola, AMD, Cyrix, IBM.

Микропроцессоры фирмы Intel. На базе МП с архитектурой 80X86 этой фирмы были созданы все ПЭВМ IBM семейств PC и PS/2 (табл.3.3). В 1993 г. выпущен МП Pentium, состоящий из 3,1 млн. полупроводниковых элементов и способный выполнять 112 млн. команд в секунду (MIPS), т.е. в два раза больше МП 486DX2/66 (54 MIPS). Заметим: “DX2” означает то, что внут-

ренная тактовая частота процессора удваивается с 33 до 66 МГц, делая его несколько быстрее 486/33.

Среди возможных конкурентов Intel числятся и IBM, которая не только приступила к выпуску собственного процессора нетрадиционной архитектуры (см. ниже), но и производит аналог микропроцессора DX4 Intel — Blue Lightning, 100-МГц прибор с внутренним утроением частоты без математического сопроцессора.

Таблица 3.4. Характеристики МП Intel 8086 — 80486

Характеристика	8086, 8088	80286, 80286SX	80386, 80386SX	80486
Разрядность:				
АЛУ	16, 16	16, 16	32, 32	32
шины данных	16, 8	16, 8	32, 16	32
адреса	20, 20	24, 24	32, 32	32
Адресное пространство ОЗУ, Мб	1	16	4096	4096
Число команд	135	145	188	196
Кэш-память	—	—	—	8
Сопроцессор:				
автономный	8087	80287	80387, 80387SX	—
встроенный				
Тактовая частота, МГц	4—12	6—16	12—33	20—33
Число контактов микросхемы	40	68	132	168

ра (цифра 4 означает принадлежность к семейству 486). Панорама производителей МП представлена на рис.3.4.

На Западе существуют ряд производителей, которые изготавливают клоны (аналоги) МП ведущих фирм. Например, конкуренты Intel, фирма Advanced Micro Devices (AMD) путем сошлифовки МП Intel 386 восстановила его схему, улучшила первоначальную конструкцию и выпустила совместимый, но более дешевый МП AM386 с большей частотой (40 против 33 МГц у оригинала).

**Микропроцессоры фирмы Motorola.** Эта фирма производит серию MC680XX. Семейство содержит 16-разрядные МП (68000 — 680012) и 32-разрядные (68020, 68030, 68040). Наиболее крупным потребителем МП Motorola является фирма Apple (Яблоко), выпускающая ПЭВМ семейства Mac (сокращение от Macintosh).

**Микропроцессоры RISC-архитектуры.** В отличие от упомянутых выше МП традиционной архитектуры получили развитие МП с принципиально иной RISC-архитектурой. В настоящее время известны разновидности этой архитектуры: SPARC, MIPS, 80860, 88000 и др. В RISC-архитектуре простота структуры и небольшой набор микрокоманд позволяют реализовать полностью аппаратное их выполнение. Поэтому RISC-процессоры в 2-4 раза производительнее МП с обычной архитектурой (на вы-

полнение команды затрачивается в среднем 1,3 такта). На базе высокопроизводительных RISC-процессоров производятся рабочие, в том числе — графические станции, супермини-ЭВМ, минисуперЭВМ, персональные суперЭВМ (мощные графические станции), супер ЭВМ. Так, фирма IBM выпускает серию рабочих станций RS/6000, созданную на базе собственного МП с RISC-архитектурой. IBM вместе с фирмой Motorola разработали новый МП — PowerPC и приступили к выпуску совместимых ПЭВМ IBM и Apple\*. Компьютер фирмы Apple семейства Power Macintosh — модель 8100/110 построена на базе 100-МГц PowerPC 601.

### Память ПЭВМ

Память ПЭВМ делится на внутреннюю (полупроводниковую) и внешнюю (на магнитных носителях, например, дисках). Внутренняя, более “быстрая” память включает:

- оперативную;
- постоянную.

Оперативная память, называемая также оперативным запоминающим устройством (ОЗУ), состоит из большого числа ячеек, каждая из которых имеет адрес и может хранить какое-то двоичное число. Поскольку ячейки ОЗУ являются адресуемыми, обращение к ним может выполняться в произвольном порядке. Причем, время выборки для любой ячейки одинаково. Поэтому ОЗУ называют также памятью с произвольным доступом (RAM — random access memory). Физически ОЗУ — это микросхема, т.е. полупроводниковое устройство, которое является энергозависимым устройством. Поэтому после отключения питания содержимое ОЗУ теряется.

Для большинства компьютеров в ячейку ОЗУ записывается число длиной в 1 байт. Поэтому память измеряется числом байтов. Байт состоит из 8 битов. Каждый байт может принимать 256 различных значений (комбинаций 0 и 1), которые используются, согласно стандарту ASCII, для кодирования десятичных цифр, прописных и строчных букв, других служебных символов. Значения, хранящиеся в ячейках, могут быть найдены (читаны — read) или изменены (записаны — write). Скорость операций чтения-записи характеризуется таким показателем МП, как время доступа к ОЗУ. Для выполнения этих операций программа, естественно, должна знать адреса ячеек памяти. Объем ОЗУ связан с возможностью МП обратиться к каждой ячейке с уни-

\*) Сопоставлять компьютеры Mac и PC это все равно, что противопоставлять яблоки всем остальным фруктам сразу, т.к. мир PC (т.е. персональных компьютеров стандарта фирмы IBM) — это приблизительно 71 млн. IBM-совместимых машин против 4 млн. компьютеров Macintosh фирмы Apple (1993 г).



1991												1992												1993											
AMD 386DX-40 Intel 486SX MIPS R4000-100 AMD 386SX-25												DEG Alpha 21064-150 Intel 486DX2 Cyrix 486SLC Cyrix 486DLC												DEG Alpha 21064-200 Intel Pentium-60 AMD 486SX-33.-40 AMD 486DX-40 486DX2-50 486DX2											
Intel 8086-июнь 1978 Intel 8088-июнь 1979 Intel 286-фев. 1982 Intel 386DX-окт. 1985 Intel 386SX-июнь 1988 Intel 486DX-апр. 1989 Intel 386SL-окт. 1990												Cyrix 486SLC/E IBM/Motorola 601-50(66)												Cyrix 486S Intel 486SL (66/75) IBM Blue Lightning-50 IBM Motorola PowerPC 601-80 IBM/Motorola PowerPC 603-66(80) AMD 486DX2-66											

кальным адресом : В IBM PC/XT на базе 8-разрядного МП Intel 8088 с 10-разрядной внутренней шиной непосредственно адресуемая память не превышает 640 Кб. ПЭВМ IBM PC/AT на базе 16-разрядного МП Intel 80286 может работать с физической памятью объемом до 16 Мб, а в старших моделях серии PS/2 на базе МП 80386 память может быть увеличена до 4 Гб (см. табл.3.4). Правда, такая гигантская по сравнению с размерами ПЭВМ, память не всегда доступна в рамках операционной системы MS DOS. Требуется специальные программные средства для использования — частично или полностью — потенциально большой ОЗУ.

Более современные версии операционной системы MS-DOS и операционная система OS/2, разработанная фирмами MicroSoft и IBM под семейство машин серии PS/2, предусматривают при ограниченном объеме основной памяти, использование дополнительной — виртуальной памяти, которая может значительно превышать непосредственно адресуемую физическую память. Так, для МП 80386 виртуальная память составляет 64 Гб. Как и на "больших" ЭВМ это достигается постоянной переборкой (свопгингом) операционной системой программ и данных между оперативной памятью и внешней памятью на магнитных дисках. Заметим, что необходимость в виртуальной памяти возникает при выполнении на ПЭВМ одновременно нескольких задач (работа в многозадачном режиме). Подробнее об этом мы поговорим, когда будем рассматривать системное программное обеспечение.

**Постоянная память.** Этот вид памяти — постоянное запоминающее устройство (ПЗУ) — хранит неизменяемые в процессе

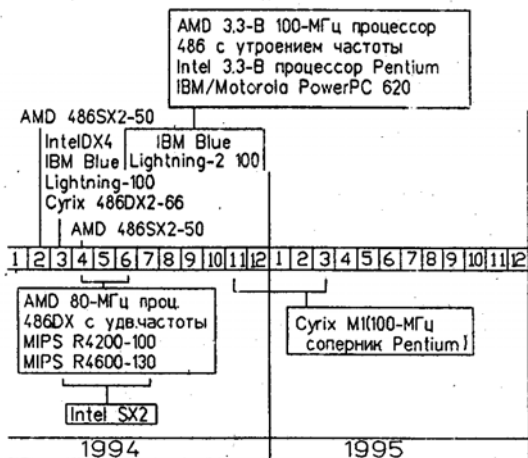


Рис.3.4.Хронология выпуска процессоров для ПЭВМ

эксплуатации ПЭВМ компоненты операционной системы, необходимые для ее загрузки в начале работы и управления периферийными устройствами. К информации, записанной в ПЗУ при изготовлении компьютера, программы могут обратиться только для чтения. Записать новую информацию туда невозможно. Поэтому этот вид памяти называется ROM — read only memory.

Кэш — это буферная быстродействующая память на полупроводниковых микросхемах, предназначенная для хранения последней считанной с винчестера или записанной на этот магнитный носитель порции информации. Находящаяся в кэше информация доступна для быстрого считывания, что исключает повторное обращение к “медленному” винчестеру.

### Внешние запоминающие устройства

Внешние запоминающие устройства (ВЗУ) используются, главным образом, для постоянного хранения программ и данных. По способу доступа к информации ВЗУ делятся на два больших класса: с прямым доступом — накопители на магнитных дисках (НМД), на оптических дисках (НОД), и с последовательным доступом — накопители на магнитной ленте (НМЛ). НМД бывают с двумя типами носителей информации — гибким магнитным диском (НГМД) и пакетом жестких магнитных дисков (НЖМД) типа “винчестер”. Эти носители информации реализуют внешнюю память ПЭВМ, которая сохраняется при отключении питания. Основные показатели ВЗУ: емкость, среднее время доступа к информации, скорость передачи данных в ОЗУ.

Накопители (дисководы) — это устройства, которые выполняют запись / чтение программ и данных с использованием магнитных или оптических дисков.

Для магнитных дисков различают следующие понятия: сторона диска, дорожка, сектор, размер сектора. Обычно новые носители форматируют, т.е. наносят на них в виде концентрических дорожек невидимые магнитные метки, которые служат ориентиром при записи информации. Такая разметка выполняется на доступных сторонах дисков программой FORMAT из набора утилит (сервисных программ) операционной системы. При запуске утилиты FORMAT указывают число дорожек и количество секторов, на которые делится каждая дорожка. Обычно дискета содержит 40 или 80 дорожек и 9 или 15 секторов. Группа расположенных на разных сторонах дорожек, находящихся на одинаковом расстоянии от центра, называется цилиндром. Для считывания или записи секторами в одном цилиндре не требуется перемещать магнитные головки. Считывание или запись информации с перемещением всех магнитных головок одновременно с одного цилиндра на другой выполняется значительно медленней, по сравнению с перемещением информации между полупроводниковым ОЗУ и ЦП, и определяет время доступа к информации. Среднее время доступа НГМД колеблется в диапазоне от 80 до 100 мс.

Число дорожек и секторов зависит как от типа дискеты и ее магнитного покрытия, так и самого НГМД. Дискеты размером 133 мм выпускаются двойной (DD) и высокой (HD) плотности. Дискеты HD имеют особое магнитное покрытие, которое позволяет записывать от 1,2 до 1,6 Мб информации. Заметим, что дискеты HD не совместимы с накопителем IBM PC/XT. Дискетами для 89-мм микродискет оснащены машины IBM PC/AT и все ПЭВМ семейства IBM PS/2.

Накопители на жестких магнитных дисках (НЖМД), в отличие от пластиковых дискет, изготовлены из алюминиевого сплава. Они собраны с небольшим зазором в пакет, постоянно вращающийся с большой скоростью в герметичном корпусе. Это наряду с более высокой плотностью записи обеспечивает меньшее время доступа к информации по сравнению с НГМД. Так, для ПЭВМ на базе МП 80386 этот показатель колеблется в диапазоне 25 — 12 мс (соответствует скорости передачи данных в 1-2 Мбайт/с). НЖМД в отличие от дискет, являются, как правило, несъемными. Поэтому фирма IBM называет их "фиксированными" дисками. Наиболее распространенный НЖМД емкостью 20 Мб модели AT имеет 4 стороны, 615 цилиндров и 17 секторов на каждой дорожке. В старших моделях IBM PS/2 емкость НЖМД достигает 1 Гбайт и более. Кроме того, возможно присоединение дополнительных внешних дисков.

Дисковую память ЖМД после форматирования иногда делят на несколько разделов — логических дисков, с которыми пользователь может работать как с обычными дисками. Логические диски обозначают латинскими буквами. Например, если у ПЭВМ есть два НГМД А: и В:, то используются следующие по порядку

буквы — С, D и т.д. Логический диск С: обычно выделяется для хранения системных компонентов операционной системы: блока начальной загрузки и трех файлов MS DOS (IBMBIO.COM, IBMDOS.COM и COMMAND.COM). Наличие этой информации обеспечивает загрузку ОС с диска С: после включения ПЭВМ. Зачастую логические диски организуются с целью ограничить с помощью системы паролей несанкционированный доступ пользователей к информации всего ЖМД. Так, к диску С: можно разрешить доступ только для чтения информации, к диску E: — для чтения-записи, диск D: можно сделать скрытым для рядовых пользователей. Разные пароли могут предоставлять пользователям различные права доступа к информации, хранящейся на ЖМД.

В настоящее время наиболее распространены два стандарта интерфейса для запоминающих устройств: IDE и SCSI. Дисковод стандарта IDE (дисковод со встроенным контроллером — integrated drive electronics) — наиболее распространенный вариант, однако SCSI (интерфейс малых вычислительных систем — small computer systems interface) больше подходит для решения графических задач: дисководы SCSI быстрее и значительно по объему. Плата такого контроллера позволяет подсоединять к ней до 7-ми внешних устройств (в том числе компакт-дисков CD).

Оптические диски относят к типу WORM (Write Once Read Many — однократная запись, многократное считывание). Для них не существует практически никаких ограничений на время хранения информации. Емкость одной 133-мм кассеты — 200 Мб.

### Дисплеи и видеоадаптеры

Дисплей или монитор (не путать с монитором-управляющей программой) — основное устройство для отображения информации во время работы ПЭВМ. Монитором и выводом информации на экран непосредственно управляет электронное устройство — видеоадаптер (видеоплата). Видеопамять, содержащая образ экрана, физически, т.е. в виде микросхемы памяти (видеоЗУ), располагается в системном блоке, а логически — является частью адресного пространства ОЗУ. Выполняемая пользовательская программа записывает содержание экранов в видеопамять, откуда они преобразуются в цифровой или аналоговый видеосигнал. Чем более качественное изображение необходимо получить, тем больший объем видеопамяти должен иметь компьютер.

**Видеорежимы работы мониторов.** Различные видеоадаптеры поддерживают, как правило, несколько видеорежимов работы мониторов. Эти режимы различаются по следующим признакам:

- типу выводимой информации (текстовая или графическая);
- разрешающей способности (число элементов изображения по горизонтали и вертикали);

Таблица 3.5. Основные режимы видеомониторов IBM

Ре- жим	Тип	Пози- ций	Разрешение	Число цветов	MDA	CGA	EGA	MCGA	VGA
0,1	С	40	320×200	16	-	+	+	+	+
2,3	С	80	640×200	16	-	+	+	+	+
4,5	Гр	40	320×200	16	-	+	+	+	+
6	Гр	80	640×200	2	-	+	+	+	+
7	С	80	720×350	1	+	-	+	-	+
13	Гр	40	320×200	16	-	-	+	-	+
14	Гр	80	640×200	16	-	-	+	-	+
15	Гр	80	640×350	1	-	-	+	-	+
16	ГР	80	640×350	16	-	-	+	-	+
17	ГР	80	640×480	2	-	-	-	+	+
18	ГР	80	640×480	16	-	-	-	-	+
19	ГР	40	320×200	16	-	-	-	+	+

— воспроизведению цвета (монохромный или цветной);

— задаваемой частоте строк и кадров.

В текстовых видеорежимах (табл.3.5) изображение символов выводится на экран в отдельные его позиции с использованием знакогенератора, определяющего содержание точечных матриц размерами 8 × 8, 8 × 12 и др. Знакогенератор поддерживает 256 заранее подготовленных точечных матриц знаков расширенного набора символов стандарта ASCII, включающего цифры, прописные и строчные буквы, символы псевдографики (одинарные и двойные отрезки линий и т.п.). В текстовом режиме экран обычно содержит 25 строк по 80 позиций в каждой.

В графических видеорежимах (см. табл.3.5) изображение образуется массивом точек — пикселей (от PICTure ELeмент — элемент изображения) различной контрастности и цвета. Графические режимы отличаются разрешающей способностью — зернистостью изображения, выражающейся количеством пикселей по горизонтали, умноженным на количество пикселей по вертикали. Например, у адаптера EGA разрешающая способность — 640 × 350, а у HERCULES — 720 × 348, что обеспечивает более качественное изображение букв и графики. Заметим, что при разрешающей способности VGA 640 × 480 (как и при 1024 × 768) геометрические объекты отображаются на экране и выводятся на принтер без искажений (в том числе сохраняют форму при повороте).

Как графика, так и текст могут выводиться в монохромном и цветном изображении.

Частота строк влияет на восприятие мерцания экрана.

**Стандарты видеоадаптеров.** Существует несколько общепринятых стандартов видеоадаптеров, разработанных IBM и дру-

гими фирмами. Обычно видеоадаптеры поддерживают несколько видеорежимов. Наиболее известными являются следующие видеоадаптеры.

1. Монохромный дисплейный адаптер (Monochrome Display Adapter — MDA).

2. Цветной графический адаптер (Color Graphics Adapter — CGA).

3. Монохромный графический адаптер (MGA).

4. Улучшенный (Enhanced) графический адаптер (EGA).

5. Аналоговая видеографическая матрица (Video Graphics Array — VGA).

Адаптеры MDA, CGA, EGA по характеру сигнала — цифровые. CGA и EGA способны выводить цветное изображение тремя основными цветами: красным, зеленым и синим (RGB), смешение которых позволяет получить 8 разных оттенков. Дополнительный сигнал яркости расширяет цветовую гамму до 16 оттенков.

В аналоговом адаптере VGA с разрешающей способностью 640 × 480 (для старших моделей IBM PS/2) каждый основной цвет имеет 64 уровня яркости. Это дает возможность воспроизвести 64 × 64 × 64 оттенка. Этот стандарт, поддерживаемый всеми моделями так называемых многорежимных мониторов (ММ), может эмулировать все ранее созданные видеорежимы, что позволяет выполнять большинство прикладных программ, разработанных под стандарты CGA и EGA для ранних моделей IBM PC. Уже к концу 1988 г. разрешающая способность VGA была улучшена до 800 × 600 элементов изображения, а в видеоплате IBM 8514A с графическим сопроцессором этот показатель составляет 1024 × 768. Такое разрешение закреплено новым стандартом — видеоадаптером IBM XGA.

Для реализации своих широких возможностей, такие видеоконтроллеры требуют не менее 512 Кб собственной оперативной памяти, размещаемой на плате адаптера, и специальных мониторов высокого разрешения.

**Мониторы.** До появления машин IBM PS/2 (мы опять ориентируемся на лидирующее положение корпорации IBM в совершенствовании самого массового стандарта компьютера Запада) большинство дисплеев, выпущенных этой фирмой, было цифровыми. Частично это объяснялось тем, что цифровые мониторы дешевле аналоговых. Для работы с аналоговыми видеоадаптерами, которые обеспечивают более реалистичное воспроизведение цветных фотографий, IBM были разработаны 4 аналоговых монитора (табл.3.6). Монитор 8514 с видеоадаптером 8514A предназначен для использования в САПР и настольных издательских системах, т.е. там; где необходимо высокое разрешение 1024 × 768 и большое поле вывода. Следует иметь в виду, что качественное изображение может быть получено не на любом мониторе. После разрешающей способности видеоплаты наиболее важ-

ной характеристикой, определяющей четкость изображения, является шаг маски трубки монитора. Этот термин характеризует расстояние между ближайшими точками люминофора на внутренней поверхности экрана. При прочих равных условиях, чем меньше размер шага между точками люминофора, тем выше четкость изображения. Для 35-см монитора размер шага 0,31 мм достаточен для разрешения 800 x 600, но если необходимо разрешение 1024 x 768, то нужен другой монитор, с шагом 0,28 мм и менее. Для 40-см монитора, предназначенного для работы с адаптером 1024 x 768 пикселей, подойдет шаг 0,31 мм.

Утомляемость пользователя при работе с монитором зависит не только от разрешающей способности, но и от частоты строк и кадров. Частота кадров задает частоту смены изображений на экране в секунду. Чем выше частота, тем меньше мерцаний на экране. Так же влияет на изображение частота строк. У VGA, например, частота строк — 31,5 кГц. В большинстве многорежимных мониторов, в режиме разрешения 1024 x 768, используется чересстрочная развертка (т.е. изображение формируется за 2 прохода луча), что может вызывать мерцание. Эта особенность характерна для мониторов IBM 8514 и 6515. В то же время многие фирмы предлагают мониторы, имеющие лучшие показатели: FlexScan 9070V (фирма Nanao), Advanced Graphics Color (Compaq Computer) и др. Цветной монитор 4CM2789 серии Brilliance фирмы Philips с размером экрана 51 см (20 дюймов)

Таблица 3.6. Характеристики некоторых мониторов IBM

Модель	Тип	Размер экрана, мм	Разрешающая способность	
			Текст	Графика
8503	Монохром	309	720×400	640×480
8512	Цветной	356	720×400	640×480
8513	То же	305	720×400	640×480
8514	- " -	406	1024×768	1024×768

имеет разрешающую способность 1280 x 1024. Этот монитор можно использовать с большинством плат видеоадаптеров, обеспечивающих такое разрешение. Частота строк составляет от 30 до 64 кГц, а частота кадров — от 50 до 120 Гц. Монитор ориентирован на видеографические стандарты VGA, Super VGA, Mac-II, IBM 8514A и XGA.

В настоящее время предпочтение отдается "зеленым" моделям, удовлетворяющим жесткому шведскому стандарту на предельные уровни излучения MRPII, а также стандарту Energy Star управления расходом мощности Американского EPA (агентства по защите окружающей среды). Согласно последнему стандарту, монитор в период бездействия должен потреблять не более 30 Вт мощности (для сравнения — при отображении стандартного интерфейса оболочки Windows мониторы поглощают в среднем 107 Вт).

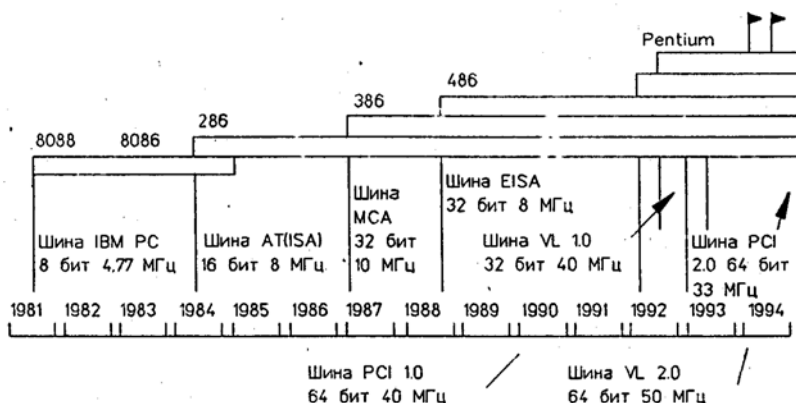
В заключение заметим, что для использования различных режимов адаптеров, необходимы специальные программы-драйверы. Поэтому, если необходимо работать с большим, чем у VGA разрешением (640 × 480), следует предварительно загрузить специальную программу-драйвер для работы в этом режиме, или прикладная программа, например, AutoCAD, сама должна поддерживать данный режим.

## Шина

Совокупность проводников на материнской плате, соединяющих все элементы компьютера, называется шиной (см. рис.1.1). Посредством шины программа и исходные данные попадают из памяти в процессор, а результаты отображаются на экране монитора или передаются на принтер. Быстродействие компьютера зависит от скорости передачи данных по шине.

Существует несколько стандартов (рис.3.5) системных шин: MCA, ISA и EISA. 32-разрядная шина MCA представляет собой запатентованную разработку IBM для семейства PS/2, но закрытую для других производителей, что означает меньший выбор совместимых периферийных устройств и их более высокую стоимость. Стандарт ISA имеет такое ограничение, как 16-разрядный канал передачи данных, тогда как EISA (расширение ISA) — сохраняющее аппаратную совместимость с предыдущими моделями — поддерживает 32-разрядную передачу по шине и обращение к более 16 Мбайт оперативной памяти.

При работе с прикладными программами на ПЭВМ, имеющих только такие шины, мощный поток графических данных, обрабатываемых процессором с высокой частотой, попадает в "узкое горло" медленной системной шины (например, шина ISA работает на частоте всего лишь 8 МГц). Поэтому современные компьютеры имеют собственные 32-разрядные шины данных — локальные шины, позволяющие соединять процессор и перифе-





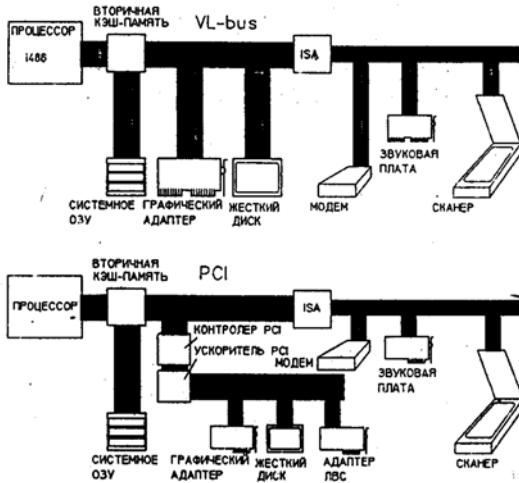


Рис.3.6. Возможности шин VL-bus и PCI

стандартной частоте шины. Широкое распространение получили шины VL-bus и PCI. Видеолокальная шина стандарта VESA (Video Electronics Standart Association) VL-bus имеет разрядность 32, поддерживает процессор с тактовой частотой до 40 МГц и может повышать пропускную способность до 132 Мбайт/с. У этого стандарта появился конкурент (рис.3.6) — спецификация фирмы Intel — Peripheral Component Interconnect, или PCI. Системы на основе PCI могут оказаться быстрее, чем ЭВМ с локальной видеошиной VESA VL-bus.

### Клавиатура

Клавиатура является основным устройством ввода информации в компьютер. Распространенная клавиатура IBM PS/2 (рис.3.7) разделена на несколько зон. Ввод букв русского и английского алфавита обеспечивается клавишами основной зоны. В верхнем ряду находятся программируемые клавиши F1 — F12, функции которых определяются программой, с которой работает пользователь. Например, во многих программах нажатие клавиши F1 вызывает появление на экране подсказки-помощи (Help).

Функции клавиш правой зоны зависят от состояния клавиши-переключателя NumLock, снабженной световым индикатором. Если индикатор горит, то клавиши настроены на ввод цифр, если не горит — на управление курсором или "листание" текста клавишами PgUp и PgDn.

Группа клавиш используется для редактирования. Так, клавиши End и Home перемещают курсор соответственно в последнюю и первую позиции строки. Клавиши PgUp и PgDn вызывают

рные устройства посредством широкого быстрого канала передачи данных, и дающие огромный выигрыш в быстродействии по сравнению с аналогичными ПЭВМ, имеющими только системную шину.

Локальная шина быстрее шин стандартов ISA и EISA, т.к. передает данные с частотой, равной внешней частоте процессора (для DX2/66 это 33 МГц), а не



появление предыдущего или последующего экранов. Клавиша **BackSpace** удаляет символы слева от курсора, **Del** — справа, **Ins** — вставляет символ в позицию курсора. После повторного нажатия **Ins**, вновь набираемый символ замещает старый.

Нажатие клавиш **Ctrl-End** и **Ctrl-Home** приводит к переходу, соответственно, на конец и начало просматриваемого файла.

Клавиша **Caps** устанавливает ввод прописных букв. Перейти на строчные буквы можно повторным нажатием этой клавиши (имеет индикатор!).

Одновременным нажатием одной из клавиш **Shift** и буквенной клавиши вводится прописная буква. Специальные клавиши: **Ctrl** (*control* — управление) и **Alt** (*alternate* — дополнительный), — нажимают в комбинации с другими. Например, одновременное нажатие **Ctrl** с клавишей **C** прерывает выполнение некоторых программ, а **Ctrl-Alt-Del** вызывает перезагрузку операционной системы.

Клавиши в левом верхнем углу клавиатуры **Esc** обычно позволяют отказаться от выполнения этапа программы и вернуться в предыдущее состояние.

Наконец, клавиша **Enter** (иногда подразумевается **Return**) обеспечивает ввод набранной информации или начало выполнения команды.

Специальные клавиши выделяются для перехода на русский алфавит. Такими клавишами могут быть: **Caps**, правая или левая **Shift**, одновременно нажатые **Ctrl-Shift** или — **Shift-Shift**. Для возврата в латынь следует повторно использовать те же клавиши. Находясь в русском алфавите, для ввода символов “.” и “,” надо нажать одновременно **Shift** и соответственно клавиши **6** и **7** из верхнего цифрового ряда.

## Принтер

Принтером называется устройство, печатающее текст или графики на бумаге под управлением компьютера. Выпускаются принтеры 5-и основных типов: матричные; с высоким качеством печати (лепестковый шрифтоноситель типа “ромашка”); струйные; термические и лазерные.

В матричных принтерах символы формируются из отдельных точек. Точки наносятся на бумагу через красящую ленту выдвигающимися иглками двуконечной втулки вдоль листа головки. Количество иглонок в головке обычно равно 9 или 24. Наиболее распространенные и дешевые принтеры с 9 иглками, печатают со скоростью до 500 символов/с (на листе, в среднем, 70 строк по 40 – 132 символов).

Обычно матричные принтеры работают в 2-х режимах: **IBM Graphics Printer** и **Epson Fx Printer**. Правильная распечатка информации зависит от корректной установки режима работы внутренними микропереключателями.

Каждый принтер имеет несколько наборов национальных символов, которые хранятся в микросхемах ПЗУ принтера. В последнее время западные фирмы стали включать в ПЗУ и кирил-

лицу. Выбор набора знаков также может осуществляться переключателями внутри принтера. Если необходимые символы (например, русские буквы) в ПЗУ принтера не занесены, то требуемый шрифт можно загрузить из файла на МД компьютера в знакогенератор принтера. В этом случае при печати наборы символов ПЗУ игнорируются.

В памяти принтера каждый символ представлен в виде точечной матрицы. Например, в 9-игольчатом принтере HDP-920 фирмы HYUNDAI Electronics Industries Co., Ltd используется

битовая карта  $9 \times 11$  или  $23 \times 18$  для формирования нескольких стилей печати букв одного и того же набора. Рассмотрены различные способы смены стиля: внутренними переключателями; с пульта принтера; использованием специальной программы; включением управляющих символов непосредственно в текст документа. Например, для перехода от стандартного стиля черновой печати Draft pica к "жирному" стилю Emphasized необходимо ввести в начало выделяемого текста последовательность Alt <27> Alt <69> , а для отмены — Alt <27> Alt <70>. Для печати уплотненным стилем Condensed необходимо вставить соответственно Alt <15> и Alt <18> .

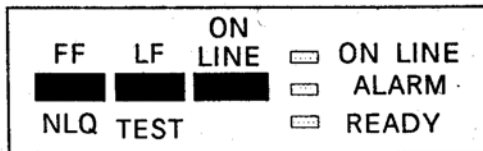


Рис. 3.8. Пульт управления принтером

использованием специальной программы; включением управляющих символов непосредственно в текст документа. Например, для перехода от стандартного стиля черновой печати Draft pica к "жирному" стилю Emphasized необходимо ввести в начало выделяемого текста последовательность Alt <27> Alt <69> , а для отмены — Alt <27> Alt <70>. Для печати уплотненным стилем Condensed необходимо вставить соответственно Alt <15> и Alt <18> .

Выбор стиля с пульта принтера (рис.3.8) выполняется в следующей последовательности: нажать одновременно кнопки ON LINE и LF , а затем нажать кнопку ON LINE определенное число раз, и закончить так: LF, ON LINE.

**Управление принтером.** После включения питания загорается индикатор READY. Принтер готов к печати, если горит индикатор ON LINE. Для перевода принтера в автономный режим (например, для приостановки печати), следует нажать кнопку ON LINE — индикатор ON LINE погаснет. В автономном режиме нажатие кнопки FF вызывает "прогон" листа, а однократное нажатие кнопки LF — протяжку бумаги на одну строку. Повторное нажатие кнопки ON LINE приводит к возобновлению вывода на печать с позиции, перед которой печать была прервана.

Лазерные принтеры представляют комбинацию печатающего и копировального устройства. Лазер записывает (рис.3.9) изображение на копировальном барабане. После этого барабан покрывается красящим порошком, который прилипает к протягиваемому листу бумаги подобно тому, как это происходит при ксерокопировании. Особенности этих принтеров является вы-

важно для принтеров коллективного пользования в ЛВС, когда заминка с выполнением задания на печать для одного пользователя превращается в вынужденный простой для остальных. Широкое распространение получили лазерные принтеры фирмы Hewlett Packard моделей LaserJet.

**Настройка на принтер.** Многие прикладные системы при установке на ПЭВМ требуют указать конкретный тип принтера. Это позволяет системе выбрать для печати соответствующий драйвер, т.е. специальную программу, управляющую работой принтера с учетом его особенностей.

**Вывод на печать.** Существуют различные варианты вывода информации из файла на печать. Наиболее простой способ — использовать команду MS-DOS : COPY < имя файла > PRN. При наличии оболочки Norton Commander (NC) следует выделить

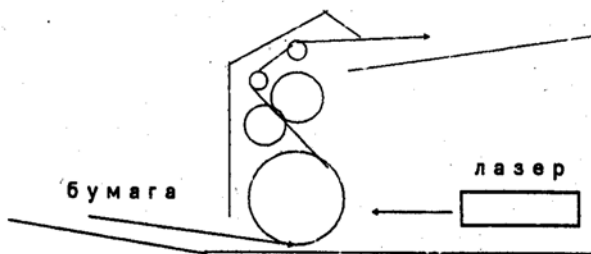


Рис. 3.9. Схема лазерного принтера

имя файла маркером, нажать клавишу F5, ввести с клавиатуры системное имя принтера PRN, и нажать Enter. При работе с текстовым редактором — использовать режим печати, например F7 в NE. Для распечатки фрагмента

текста потребуется текстовый редактор, с помощью которого можно выделить блок и переписать его в отдельный файл, а затем распечатать, как описано выше. Многие редакторы позволяют распечатать предварительно выделенный блок, например нажатием клавиш F7 - В в старой версии NE.

### 3.4. Комплексы технических средств САПР

Под комплексом технических средств (КТС) САПР понимают объединение отдельных вычислительных средств в сетевую или иерархическую структуру (с учетом экономической целесообразности) для решения конкретных задач. Развитие КТС прошло путь от универсальных ЭВМ, одноуровневых и однопользовательских систем на их основе, до многоуровневых и многопользовательских систем и локальных вычислительных сетей (ЛВС).

#### Основные принципы построения КТС

1. Создание удобств для пользователя ("дружественный" диа-

2. Специализация (выбор вычислительных средств в зависимости от специфики проектных задач).
3. Пропорциональность (обеспечение равномерной загрузки вычислительной системы).
4. Параллельность (разделение ресурсов вычислительной системы коллективом пользователей).
5. Совместимость аппаратных средств при создании системы с учетом ее развития.

### Виды КТС

Одним из основных вопросов, решаемых на стадии приобретения и в ходе эксплуатации ЭВМ, является повышение эффективности ее использования (улучшение показателя "цена/производительность"). Существенную экономию можно получить путем организации связанных вычислительных систем или систем распределенной обработки данных. В таких КТС, образованных несколькими ЭВМ или только одной ЭВМ, группа пользователей имеет возможность независимо работать с прикладными программными системами. Производители вычислительной техники предлагают разнообразные конфигурации КТС, которые условно можно разделить:

- на централизованные (главная ЭВМ — несколько терминалов или ПЭВМ);
- распределенные (локальные вычислительные сети);
- связанные через телефонные сети посредством модема.

**Централизованные системы.** Первый вариант — традиционная схема, которая включает центральную ЭВМ (например, IBM 370 с операционной системой VM/CMS или AS/400), к которой подсоединены несколько "неинтеллектуальных" терминалов. Под таким терминалом понимается совокупность клавиатуры и дисплея без встроеного процессора, гибких и жестких дисков. Такие терминалы не принимают участия в обработке данных и реализуют только операции ввода данных с клавиатуры и вывода на экран монитора. Вся обработка информации ведется на мощной центральной ЭВМ (которые принято называть mainframe), где на ЖМД большой емкости хранятся прикладные программы и файлы (или общая база данных) пользователей. Каждому пользователю предоставляется свой раздел памяти на магнитном диске (мини-диск) и раздел оперативной памяти, находясь в котором, он воспринимает работу с центральной ЭВМ как взаимодействие с однопользовательской машиной. Отметим, что терминалы больших ЭВМ (например, ЕС 1061) располагаются в отдельном помещении, изолированном от шумного (из-за работы вентиляторов и кондиционеров) машинного зала. Для взаимодействия с такой системой пользователю, как правило, приходится оставлять свое рабочее место и переходить в дисплейный зал. Путем подключения дополнительных аппаратных средств, взаимодействие с центральной ЭВМ может быть

Вторым вариантом централизованного КТС является многопользовательская система, где в качестве терминалов используются недорогие ПЭВМ. Характерный пример — подключение к IBM 370 или AS/400 дешевых IBM PC/XT. Для обеспечения совместимости сигналов большой ЭВМ и ПЭВМ используется режим эмуляции (имитирования) терминала. Эмулятор терминала для ПЭВМ — это совокупность программных и аппаратных средств, позволяющих ПЭВМ работать в режиме терминала большой ЭВМ. Для этого в ПЭВМ вставляется дополнительная коммуникационная плата (адаптер линии связи) и перед началом работы запускается специальная программа. Корпорация IBM выпускает несколько адаптеров, которые эмулируют наиболее распространенные терминалы семейства 327X. Различные программы управления адаптерами, например IBM 3270 Workstation Program, воспроизводят и расширяют возможности терминала 3270, обеспечивают как режим связи с главной ЭВМ, так и автономную работу в операционной системе MS DOS. Эмуляция на ПЭВМ терминалов большой ЭВМ — один из вариантов подключения ПЭВМ к вычислительной сети. При работе на ПЭВМ в многопользовательском режиме главной ЭВМ пользователь может получать сообщения посредством электронной почты, иметь доступ к файлам данных и программам большой ЭВМ и, в то же время, сохранять возможность автономной работы.

Третий вариант отличается тем, что в качестве главной машины используется мощная ПЭВМ, например, на базе МП Intel 80386 или 80486. Помимо главной ЭВМ (host computer), с подключенными к ней терминалами или дешевыми ПЭВМ типа IBM PC/XT, в такую многопользовательскую систему входят еще три компонента: коммуникационные платы, соединительные кабели и многопользовательская операционная система (типа UNIX). Кроме обычных выпускаются "интеллектуальные" коммуникационные платы с процессором, управляющим обменом данных между центральной и периферийными ПЭВМ. Это позволяет снять часть нагрузки с главного процессора и, тем самым, увеличить эффективность системы.

Недорогой способ подключения терминалов заключается в использовании витого телефонного провода (пары). Для обеспечения высокоскоростной передачи больших, например графических файлов, применяются волоконно-оптические линии связи. Особенности программной поддержки многопользовательских КТС рассмотрим несколько позднее.

Распределенные системы — локальные вычислительные сети. Под распределенными КТС будем понимать информационные сети и, в частности, локальные вычислительные сети (ЛВС). В отличие от централизованных КТС, в которых, как правило, обработку информации ведет один процессор — центральной ЭВМ, в распределенных системах взаимодействуют своими процессорами несколько ЭВМ. ЛВС — принадлежащая од-

принтеры и графопостроители. Слово “локальные” указывает на близость расположения компьютеров: диапазон действия ЛС колеблется от нескольких метров до 8-10 км. При необходимости возможна связь нескольких ЛВС с помощью специальных аппаратных средств: мостов и шлюзов, а также подключение их к глобальным международным сетям.

ЛВС, или по-английски LAN (Local Area Network), предоставляет пользователям возможность обмена информацией (сообщениями-электронной почтой, файлами текстовых документов, чертежей и программ) и разделять ресурсы ПЭВМ, т.е. совместно использовать базы данных и программы, хранящиеся на любом из компьютеров сети (либо на удаленном мощном компьютере — сервере с жестким диском большой емкости), а также выводить информацию, например, на дорогой лазерный принтер, подключенный только к одному из компьютеров.

### Состав ЛВС

ЛВС ПЭВМ состоят из 4-х основных элементов:

- 1) рабочей станции (WorkStation — WS);
- 2) файлового сервера (File Server — FS);
- 3) несущей среды (кабелей), сетевой платы и других аппаратных средств;
- 4) сетевой операционной системы.

Рабочие станции — подключенные к сети ПЭВМ, на которых работают отдельные пользователи. Иногда рабочей станцией называют многопользовательскую систему на базе мощной мини ЭВМ, которая способна обслуживать до нескольких десятков терминалов и рабочих мест проектировщика и на которой функционирует САПР для решения определенного комплекса задач, например, графического моделирования. Каждая рабочая станция в ЛВС должна иметь специальное программное обеспечение: сетевую оболочку или операционную систему.

Сервер — как правило, более мощная ПЭВМ, на жестком диске которой хранятся прикладные программы, базы данных, необходимые для работы пользователей сети. Сервер, предназначенный только для обслуживания сетевых запросов, называется выделенным. При генерации (установке) сети можно сформировать и совмещенный сервер, на котором можно работать как на рабочей станции.

Кабель в ЛВС определяет физическую среду передачи информации. Существует 3 типа кабелей: витая пара (типа телефонного провода), коаксиальный (типа телевизионного) и волоконно-оптический. Скорость передачи информации — важный показатель эффективности сети — измеряется в Мбит/с. Наименьшая скорость передачи у простейшей витой пары (1 Мбит/с), наибольшая — у волоконно-оптического (теоретически — сотни Гбит/с, практически — около 2 Гбит/с). Электронные платы — сетевые адаптеры, которые вставляются в свободные



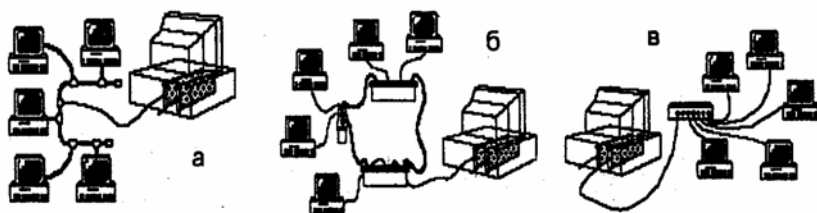


Рис. 3.10. Типы ЛВС: а - шина, б - кольцо, в - звезда

Топологии сети — взаимное размещение узлов ЛВС (т.е. рабочих станций и серверов) и способ соединения между ними. Классическими вариантами топологии сети являются:

- шинная (bus);
- кольцо (ring);
- звезда (star).

Шинная топология ЛВС (рис.3.10,а) характеризуется использованием разомкнутого сегмента кабеля, к которому через некоторые интервалы подключены станции. Кольцевая топология (рис.3.10,б) обеспечивает передачу сообщений по кольцу только в одном направлении. Каждая станция непосредственно подсоединяется только к двум соседним узлам и “прослушивает” передачу любой другой станции. Топология звезды (рис.3.10,в) напоминает конфигурацию многопользовательской системы большой ЭВМ с подключенными терминалами или ПЭВМ. В ЛВС с топологией звезды в центре может находиться пассивный или активный повторитель (HUB) сигналов.

### Основные типы ЛВС

Рассмотренным выше топологиям соответствуют определенные стандарты ЛВС, под которые выпускаются сетевые адаптеры и сетевое ПО.

**Ethernet.** ЛВС Ethernet разработана фирмой Xerox (США) в 1976 г. и поддерживается в качестве стандарта фирмами DEC, Intel, Xerox. Сеть Ethernet обеспечивает скорость передачи данных 10 Мбит/с, имеет конфигурацию много сегментной шины. Максимальная протяженность (5 сегментов) — 2,5 км, максимальное число абонентов — 1024, передающая среда — коаксиальный кабель. Сети, реализующие этот стандарт, имеют высокую надежность и относительно простую аппаратуру.

Основная область применения этих сетей — распределенные системы, не предъявляющие жестких требований к работе в режиме реального времени: автоматизация проектирования, учебно-редакционной, издательской, научной деятельности, сферы обслуживания.

контроллеры, телефонный кабель, сетевые повторители, соединяющие сегменты телефонного кабеля и разъемы для подключения ПЭВМ к сети. Топология сети представляет собой шину длиной не более 1220 метров, к которой через специальные разъемы подключаются ПЭВМ. Шина может состоять из нескольких сегментов, длина каждого не должна превышать 304 метров. D-link поддерживает ПЭВМ типа IBM PC, PC XT, PC AT, Baby AT и совместимые с ними. Всего к сети логически может быть подключено 255 ПЭВМ. Скорость передачи равна 1 Мбит/с.

Программное обеспечение D-link обеспечивает следующие возможности: разделение между пользователями сети жесткого и гибкого диска, принтера, передачу коротких (не более одной строки) сообщений между пользователями, а также функционирование дискового сервера и сервера печати. В дополнение к аппаратным средствам D-link предоставляет специальное ПО: эмулятор NETBIOS и драйвер Novell NetWare, что дает возможность использовать программное обеспечение IBM PC — Network program и Advanced Netware (фирма Novell). D-link предоставляет два вида пользовательского интерфейса: меню-образный интерфейс и интерфейс в виде команд, выполняемых в MS-DOS. Интерфейс в данном случае — программные средства, облегчающие пользователю работу с сетью.

Характерной особенностью и преимуществом D-link является распределенное управление сетью. Это означает, что в сети нет заранее назначенных станций для выполнения определенных функций, все станции равноправны и любая из них может быть дисковым сервером и сервером печати, если она имеет достаточные для этого ресурсы (объем ОЗУ или памяти на МД). Каждая станция может разделять (т.е. предоставлять пользователям, работающим на других станциях) свои устройства и использовать разделяемые в сети ресурсы других станций.

Станции в сети идентифицируются номером узла, который устанавливается с помощью переключателей на плате адаптера. Администратор сети назначает каждому пользователю имя, идентификатор и пароль. Идентификатор включает в себя собственно идентификатор пользователя и идентификатор группы, в которой он работает. Чтобы начать работу в сети пользователи регистрируются, указывая свое имя и пароль. Если пользователь входит в сеть под произвольным именем, то он получает статус глобального пользователя и может использовать только общедоступные сетевые ресурсы. В функции администратора входит установка единого времени в сети. Для этого на станции, которая включается первой по времени, запускается специальная программа установки времени. При загрузке остальных станций на них будет установлено время, выбранное с этой станции.

Права доступа. Разделяемость устройств несколькими пользователями обеспечивается назначением прав доступа к устройствам для соответствующих пользователей:

D-link предоставляет гибкую систему прав доступа к разделяемым устройствам. Доступ может осуществляться двумя способами: по идентификатору пользователя и по паролю. По первому способу для каждого разделяемого устройства указывается идентификатор пользователя, которому необходимо предоставить данное устройство, и право доступа для этого пользователя и/или для членов его группы. Пользователь имеет все права доступа к локальным устройствам на своей станции и наивысший приоритет (т.е. обслуживается в первую очередь) при их использовании.

Второй способ доступа заключается в том, что для разделяемого устройства назначается пароль и право доступа по этому паролю. Любой пользователь сети, которому известен пароль, может использовать это устройство.

**Использование сетевых ресурсов.** При работе в сети можно логически присоединить к одной станции дисковые устройства и устройства печати, которые находятся на других станциях, но предоставляются для использования в сети, т.е. установить с этими устройствами сетевое соединение. Данные устройства становятся виртуальными устройствами для этой станции. Виртуальным дисковым устройствам назначаются буквы английского алфавита, неиспользуемые для физически присоединенных дисковых устройств. Аналогично виртуальным устройствам печати назначаются новые имена. С одной станции можно установить нескольких сетевых соединений с виртуальными устройствами печати. При установлении сетевого соединения с разделяемым устройством указывается имя владельца устройства или номер узла, где оно находится, тип устройства, право доступа и, если требуется, пароль, а также идентификатор, под которым оно будет доступно. Во время работы пользователь может разорвать сетевое соединение, восстановить его вновь, изменить право доступа, если на выполнение этих операций администратор выделил ему полномочия. Разделяемые устройства можно использовать так, как если бы они были непосредственно подсоединены к вашей станции.

При множественном доступе к одним и тем же устройствам, с целью сохранения целостности данных командой LOCK, можно заблокировать устройство для монопольного использования при выполнении операций записи, создания или уничтожения данных.

**Сервер печати.** Кроме непосредственного разделения принтера в сети на любой ПЭВМ, снабженной жестким диском и к которой подсоединено печатающее устройство, можно сформировать так называемый сервер печати. Сервер печати организует процесс печати файлов, поступающих от различных станций. Если принтер занят, то файлы перед печатью записываются на диск и ставятся в очередь. По мере распечатывания они стираются с диска.

размером не более одной строки. Сообщения принимаются автоматически и отображаются на нижней строке экрана, одновременно пользователь оповещается звуковым сигналом. При нажатии клавиши "пробел" сообщение исчезает с экрана. В оперативной памяти ПЭВМ хранится только последнее полученное сообщение, и его всегда можно отобразить на экране. Существует возможность для пользователя запретить прием сообщений и затем вновь разрешить.

**Дисковый сервер.** ЛВС позволяет организовать дисковый сервер (ДС) на любой станции сети, имеющей фиксированный диск и достаточный объем оперативной памяти (128 Кб). Количество дисковых серверов в сети неограничено. ДС организован следующим образом. При форматировании жесткого диска он может быть разбит на несколько частей. Одна часть отводится под DOS, а остальное пространство остается свободным. Это свободное пространство, используемое для организации ДС, разделяется на тома. Томом является логически определенная часть дискового пространства, на которой может быть построена файловая структура MS-DOS (см. раздел 3). Каждый том назначается либо для личного пользования, либо для общего пользования всеми станциями сети. Личным томом может распоряжаться только тот пользователь, которому назначен этот том. Для него гарантируются все права доступа. Общим томом может пользоваться любой узел сети. Для него устанавливаются права доступа либо только по чтению, либо по чтению и записи. Если общий том доступен только по чтению, то записать туда файлы может лишь владелец дискового сервера.

В заключение обзора сети D-link заметим, что рассмотренные принципы организации и функционирования этой ЛВС справедливы и для других видов сетей на основе ПО фирмы Novell.

**ARCNET.** ЛВС ARCNET (ARC — Attached Resource Computer) разработана фирмой Datapoint Corp. (США) и основана на концепции объединения различных процессоров, использующих общие ресурсы, но функционирующих как один компьютер. Несмотря на то, что сеть ARCNET по определению является сетью с кольцевой архитектурой, она позволяет строить сеть в виде "дерева". Скорость передачи данных — 2,5 Мбит/с. Максимальное число станций в одной сети — 256. В качестве передающей среды в подсети ARCNET используются: • коаксиальные кабели; • витые неэкранированные телефонные пары.

Помимо сетевых адаптеров в подсеть передачи данных ARCNET входят следующие компоненты: • активные 8-портовые повторители/разветвители для кабелей или витых телефонных пар; • пассивные 4-портовые кабельные разветвители.

Активные повторители/разветвители служат для увеличения длины ЛВС. Они усиливают и восстанавливают форму сигналов при передачах на большие расстояния. Максимальное расстояние между двумя смежными повторителями/разветвителями, соединенными кабелями, составляет 610 м. Максимальное количество активных разветвителей между любыми двумя станциями — не

более 10. Таким образом, максимальная длина ЛВС ARCNET может доходить до 6,1 км.

**Token-Ring.** Сеть Token-Ring (разработана в 1984 г. в Цюрихском филиале фирмы IBM) определяет ЛВС с кольцевой конфигурацией и скоростью передачи — 4 Мбит/с. ЛВС Token-Ring использует витые пары проводов, максимальное число абонентов одной сети — 256. Сеть Token-Ring более устойчива при больших нагрузках, чем сеть Ethernet.

### Связь ПЭВМ посредством модема

До сих пор мы рассматривали КТС, расположенные сравнительно недалеко друг от друга (для систем с центральной ЭВМ — около 100 м, для ЛВС — до 8-10 км). Для связи на большие расстояния можно использовать аппаратуру обычных телефонных линий, которая, правда, поддерживает относительно низкую скорость передачи информации (в среднем, до 2400 бит/с). Дополнительным устройством является модем. Когда ПЭВМ используется для обмена информацией по телефонной линии, передаваемые сигналы подвергаются МОДУляции, а при приеме ДЕМОДУляции. Отсюда название — модем. Назначение модема — замена двоичного сигнала компьютера (сочетания 0 и 1) аналоговым сигналом с частотой, соответствующей рабочему диапазону телефонной линии.

Конструктивно модем — это печатная плата, вставляемая в компьютер или подсоединяемая к нему, связанная с кабелем, подключаемым к телефонной розетке. Заметим, что телефонная сеть начинает переводиться на цифровые сигналы, совместимые с сигналами компьютеров. Поэтому необходимость в модемах в перспективе отпадет.

В настоящее время наибольшее распространение получили так называемые Hayes-совместимые модемы. Модем IBM 200/1200 Internal Modem/A обеспечивает передачу телефонных сигналов со скоростью от 300 до 1200 бит/с, совместим по системе команд с модемом фирмы Hayes Modem AT и соответствует стандартам BELL 212A и 103. Для повышения скорости и надежности обмена информацией используются MNP-модемы с аппаратным сжатием и коррекцией информации (модемы стандарта CCITT v.22bis).

Помимо аппаратной части для работы модема необходимо специальное ПО — коммуникационные пакеты. Пакет MTE (MNP Terminal Emulator Version 2.12, фирма Magic Soft, Inc.) применяется, если модем не имеет аппаратной MNP-коррекции. Пакет Procomm Plus фирмы Datastorm Technologies поддерживает 16 типов эмулируемых терминалов больших и мини-ЭВМ (в основном IBM и DEC), автоматический набор номера, имеет мощный язык Asprect для программирования различных сценариев сеанса связи.

Модемы в составе информационных сетей. Модемы применяются как средство доступа к удаленной “большой” ЭВМ, так и к ЛВС. Для отправки и получения электронной почты,

обмена информацией с электронной доской объявлений (Bulletin Board System — BBS) посредством модема можно подключиться к национальной и интер-сети. Разработка передовых сетевых технологий фирмы DEC привели к тому, что в США и странах западной Европы подавляющее большинство распределенных сетей построено на ЭВМ семейства VAX.

На территории бывшего СССР самой мощной сетью электронной почты является RELCOM. На правах национальной сети она является частью европейской сети EUNET, взаимодействующей с другими глобальными сетями: Internet, Unnet, Bitnet, CompuServ, MCImail. Таким образом, используя модем и коммуникационное ПО, можно, например, из Москвы подключиться к большой ЭВМ в Нью-Йорке и работать с базами данных, которые она поддерживает. Такая связь осуществляется через региональные узлы, на базе мощных мини-ЭВМ, которые соединены выделенными каналами и используют высокоскоростные модемы, что обеспечивает быструю передачу больших объемов информации.

#### Персональные компьютеры IBM

##### PS/1

Стандартная архитектура AT-bus; процессор i486SX25 до i486DX2-66; установленное программное обеспечение на русском языке; RAM от 2 до 64 Мб; идеальная рабочая станция для малых и средних компаний, отделов больших предприятий и организаций;

##### Value Point

Стандартная промышленная архитектура AT-bus; процессор i486SX25 до DX4 и Pentium 60 МГц; операционная система по выбору DOS или OS/2; собирается в соответствии со спецификацией заказчика — концепция строительных блоков; ориентирован на профессиональных пользователей;

##### PS/2

Высокая производительность за счет использования микроканальной архитектуры; ориентация на использование в качестве серверов локальных сетей; широкий выбор сетевых и коммуникационных адаптеров; передовая система защиты и обеспечение надежности хранения информации (RAID-0,1,5);

##### Think Pad

Компьютер класса notebook; цветные и монокромные экраны с активной/пассивной матрицей; процессоры от 486SX33 до iDX4 75 МГц; жесткие диски до 810 Мб; РСМСIA-разъемы; интегрированная в клавиатуре мышь TrackPoint II; ориентирован на мобильных пользователей