

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Политехнический институт  
Кафедра «Технология машиностроения»

Утверждено на заседании кафедры  
«Технология машиностроения»  
«22» января 2021г., протокол №8

Заведующий кафедрой

 А.А. Маликов

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
по выполнению лабораторных работ  
по дисциплине  
«Вычислительные машины, системы и сети»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки

**15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

с профилем

**Автоматизация технологических процессов и производств в  
машиностроении**

Формы обучения: очная, заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 150304-01-21

Тула 2021 год

## **Разработчик методических указаний**

Трушин Н.Н., профессор, д.т.н., доцент  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

### СИСТЕМНЫЙ БЛОК ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА И МИКРОЭВМ

#### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Изучение конструкции системного блока и аппаратных компонентов IBM-совместимых ПК и микроЭВМ с целью приобретения практических навыков грамотной эксплуатации и технического обслуживания компьютерной техники.

#### 2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

##### 2.1. Корпус системного блока

Подавляющее большинство IBM-совместимые персональных компьютеров и микроЭВМ обычно имеют в своем составе системный блок, к которому с помощью кабелей подключены клавиатура, монитор (или дисплей) и другие внешние периферийные устройства. Системный блок является "главным" устройством, поскольку в нем, как правило, располагаются все основные узлы компьютера:

1) системная, или материнская, плата, на которой расположены электронные схемы, управляющие работой компьютера (микропроцессор, оперативная память, постоянная память, контроллеры периферийных устройств и др.);

2) блок питания, обеспечивающий работоспособность всех устройств, находящихся в системном блоке;

3) устройства внешней памяти (накопители на гибких и жестких магнитных дисках, приводы CD и DVD и др.);

4) прочие вспомогательные устройства, например, охлаждающие устройства.

Периферийные устройства размещаются в корпусе системного блока в специально предназначенных для этого монтажных отсеках (drive bays). Монтажные отсеки системного блока характеризуются количеством и своим типоразмером, определяемым по величине номинального размера отсека по горизонтали (обычно 5,25 или 3,5 дюйма). Устанавливаемые в монтажные отсеки периферийные устройства компьютера при этом могут быть с внешним и внутренним доступом. Устройства с внешним доступом – это накопители со сменяемым носителем информации (накопители на гибких магнитных дисках, магнитооптические накопители, приводы CD/DVD и др.). Устройства с внутренним доступом требуют вскрытия системного блока для доступа к ним; к таким устройствам относятся накопители на жестких магнитных дисках ("винчестеры").

К системному блоку можно подключать различные внешние периферийные устройства, которые подсоединяются через специальные гнезда (разъемы), находящиеся обычно на задней стенке системного блока. В некоторых корпусах предусмотрены разъемы на лицевой панели и на боковых стенках. Кроме монитора и клавиатуры внешними подключаемыми устройствами обычно являются манипулятор "мышь", принтер, джойстик, сканер, плоттер, модем, акустические системы, внешние устройства памяти и многие другие.

Основными типами корпусов для IBM-совместимых компьютеров являются Desktop, Mini-tower, Midi-tower, а для сетевых серверов и мощных графических станций применяются корпуса типа Big-tower. Большинство компьютерных корпусов изготавливается из металла и покрывается пластиком. Основные параметры корпусов системных блоков приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

## Основные параметры корпусов системных блоков

Тип корпуса	Примерные размеры, см	Расположение системной платы	Количество монтажных отсеков
Desktop	15,2x53,3x41,9	Горизонтальное	5–6
Mini-footprint	15,2x40,6x40,9	Горизонтальное	5
Slimline (Slim)	10,1x40,6x40,6	Горизонтальное	3–4
Ultra-slimline	7,5x38,1x35,2	Горизонтальное	2–3
Mimi-tower	43,2x15,2x43,2	Вертикальное	4–5
Midi-tower	49,0x17,3x43,2	Вертикальное	5–7
Big-tower	82,0x19,0x48,2	Вертикальное	>8

Тип корпуса системного блока – AT или ATX – определяется форматом устанавливаемой в корпусе системной платы (см. п. 2.2).

Блок питания системного блока обычно является составной частью корпуса. Основная его характеристика – номинальная мощность, которая варьируется в пределах от 145 до 500 Вт. Наибольшее распространение получили блоки питания мощностью 200 и 230 Вт для корпусов типа AT и блоки питания мощностью 235, 250, 300 Вт для корпусов типа ATX. В малогабаритных корпусах типа micro-ATX могут использоваться блоки питания меньшей мощности – 145 и 180 Вт. В больших корпусах типа BigTower, используемых обычно для сетевых серверов, могут применяться блоки питания с повышенной мощностью – от 350 до 500 Вт и более.

Блок питания типа AT обеспечивает четыре уровня питающих напряжений: +5 В, –5 В, +12 В, –12 В. Блок питания типа ATX обеспечивает пять питающих напряжений: +3,3 В, +5 В, –5 В, +12 В, –12 В. Характерной особенностью блока питания типа ATX является программное управление режимами его работы: включение, выключение, регулирование скорости охлаждающего вентилятора (стандартный блок питания типа AT таких функций обычно не поддерживает). Как правило, компьютерные блоки питания имеют воздушное принудительное охлаждение от встроенного вентилятора.

В корпусе системного блока обычно предусматриваются одно-два посадочных места для установки вентиляторов с целью дополнительного охлаждения наиболее энергоемких компонентов компьютера: микропроцессора, модулей памяти, видеоадаптера, дисковых накопителей.

Как правило, на лицевой панели корпуса располагаются кнопки включения питания ("Power") и аппаратной перезагрузки компьютера ("Reset"). Некоторые устаревшие модели корпусов имеют кнопку "Turbo", с помощью которой может изменяться тактовая частота микропроцессора, а также замок для аппаратной блокировки клавиатуры от несанкционированного доступа. На лицевой панели корпуса располагаются также индикаторы наличия напряжения питания ("Power") и активности "винчестерского" накопителя ("HDD"). Кроме того, внутри корпуса установлена небольшая динамическая головка для звуковой индикации. На некоторых корпусах может присутствовать цифровой дисплей, состоящий из двух или трех семисегментных индикаторов, обычно используемых для отображения тактовой частоты микропроцессора. При этом показания такого индикатора изменяются в соответствии с положением кнопки "Turbo".

Некоторые корпуса системных блоков могут иметь кнопку "Suspend" (или "Sleep"), после нажатия которой компьютер немедленно переводится в неактивное состояние или "в спящий режим", характеризующийся пониженным энергопотреблением.

## 2.2. Системная плата

Важнейшей частью и основой современных микроЭВМ и ПК, построенных на основе магистрально-модульной архитектуры, является системная, или материнская, плата. На ней располагаются микропроцессор, оперативная память, базовая система ввода вывода (BIOS), набор интегральных микросхем, управляющих работой элементов системной платы (так называемый чипсет – chipset), а также разъемы для подключения плат расширения, которые содержат контроллеры периферийных устройств, и самих периферийных устройств компьютера (клавиатуры, монитора, принтера и других). Плата содержит элементы системной магистрали и служит объединительным устройством для центральных и периферийных компонентов компьютера. Параметры системной платы во многом определяют функциональные возможности и производительность компьютера, включая возможность его модернизации. Благодаря принципам агрегатирования (модульности), унификации и стандартизации многие конструктивные и функциональные параметры системных плат регламентированы международными стандартами. Наиболее крупными производителями системных плат для ПК являются фирмы ABIT, Acorn, AOpen, ASUSTeK, Albatron, Chaintech, DFI, Elitetgroup, EpoX, FIC, Gigabyte, Intel, Iwill, Jetway, MicroStar, QDI, Shuttle, Soltek, SuperMicro, Tyan, Zida. Большинство фирм и производственных мощностей по производству системных плат, а также прочих компьютерных комплектующих сосредоточено в странах Дальнего Востока и Юго-Восточной Азии (Китай, Япония, Тайвань, Южная Корея, Малайзия, Сингапур, Гонконг, Филиппины, Таиланд, Индонезия и др.).

Системная плата изготавливается из фольгированного стеклотекстолита, имеет многослойную структуру (обычно 4 или 6 слоев). Системные платы изготавливаются чаще всего зеленого, синего, коричневого, желтого цвета, реже – черного, красного и белого цвета.

Системная плата формата АТ имеет несколько типоразмеров: Full-AT (размеры 12х13,8 дюйма или 305х350 мм), Baby-AT (8,57х13,04 дюйма или 220х330 мм), 3/4 Baby-AT (8,57х9,85 дюйма или 220х250 мм), mini-AT (220х170 мм). Для системных плат формата АТ жестко задается только длина плат (размер по стороне задней стенки корпуса 305 и 220 мм соответственно). Примерный вид системных плат формата АТ показан на рис. 3.1 и 3.2.

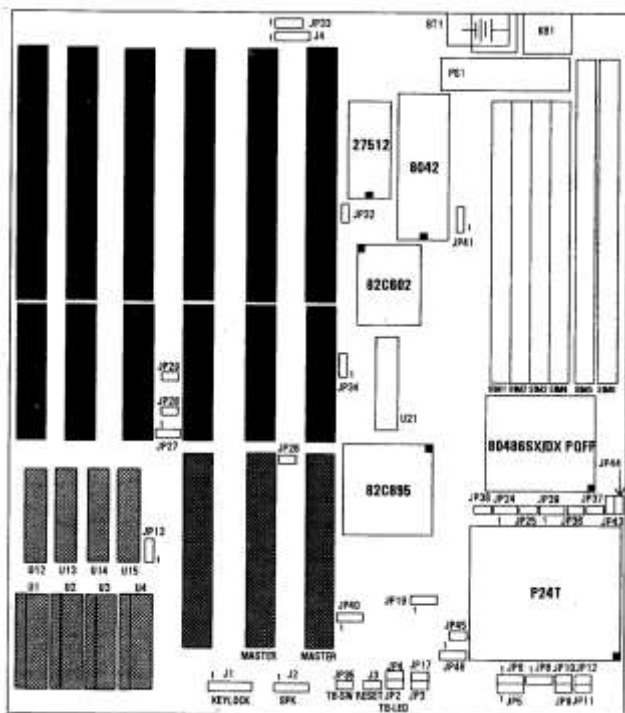


Рис. 3.1. Универсальная системная плата формата 3/4 Baby-AT с разъемом Socket-3

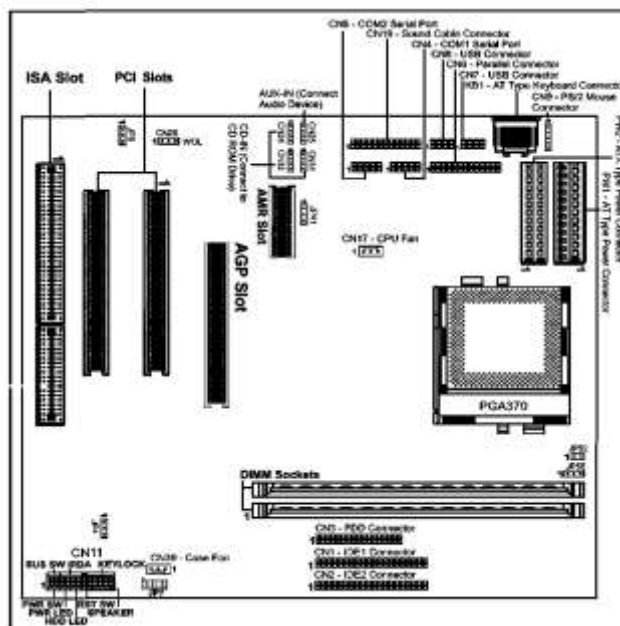


Рис. 3.2. Универсальная системная плата формата mini-AT с разъемом Socket-370

Интерфейсные разъемы (слоты) для подключения периферийных устройств могут располагаться в различных местах системной платы формата АТ. Из внешних разъемов, установленных на системной плате формата АТ, однозначно определено только место разъема клавиатуры. Положение остальных разъемов стандартом жестко не задается. Это обстоятельство может приводить к различным трудностям при монтаже платы в корпус.

Системная плата формата АТХ предназначена для установки в корпус типа АТХ. Стандарт АТХ на конструктивное исполнение системной платы и корпуса системного блока определяет иные размеры плат и задает новое расположение ключевых компонентов платы по сравнению с форматом АТ. Максимальные размеры плат АТХ составляют 305х244 мм для полноразмерной платы, для платы mini-АТХ – 284х208 мм и micro-АТХ – 244х244 мм. Системные платы формата Flex-АТХ и NLX предназначены для создания компактных компьютеров, но для них требуются специальные корпуса. Для плат АТХ также жестко задается длина (размер по задней кромке 305, 284 или 244 мм), а ширина может быть и меньшей. Примерный вид системной платы формата АТХ приведен на рис. 3.3.

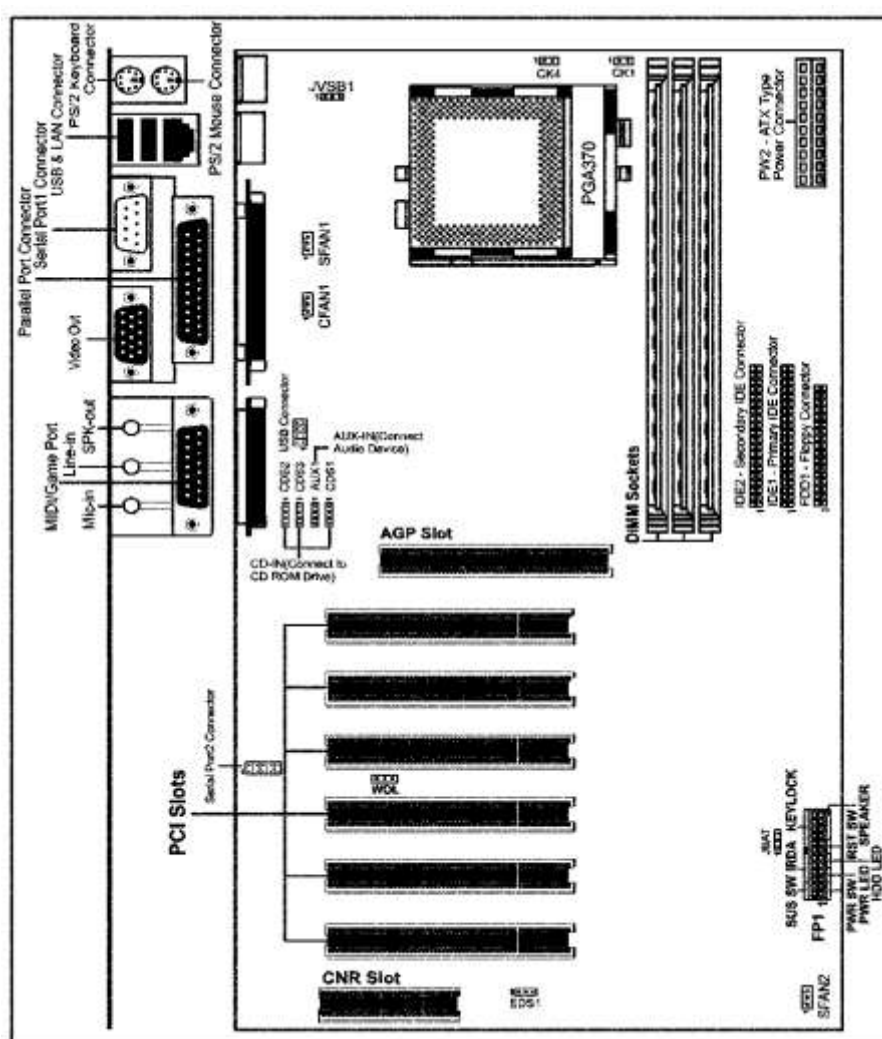


Рис. 3.3. Универсальная системная плата формата АТХ с разъемом Socket-370

Приведем основные особенности компоновки системной платы и корпуса формата АТХ.

1. Все внешние разъемы для подключения клавиатуры и других периферийных устройств сгруппированы у правого заднего края платы. Для них в корпусе типа АТХ предусмотрено специальное окно.

2. Микропроцессор может устанавливаться под блоком питания корпуса, и тогда радиатор микропроцессора может обдуваться потоком воздуха от внутреннего вентилятора блока питания.

3. Разъемы контроллеров дисковых накопителей располагаются у правого переднего края платы.

4. Модули оперативной памяти могут устанавливаться в легкодоступном месте.

5. Введен дополнительный источник питания 3,3 В.

6. Для блока питания определен сигнал программно-управляемого отключения питания. Полное отключение блока питания обеспечивается выключателем, который установлен на задней стенке корпуса.

7. Блок питания должен иметь "дежурный" маломощный источник питания +5 В для питания цепей управления энергопотреблением и устройств, активных и в "спящем" режиме (например, факс-модема, способного по звонку от телефонной линии активизировать компьютер).

8. Напряжение питания подается через один 20-выводной разъем (стандарт АТ предусматривает на системной плате два разъема питания по 6 выводов). Некоторые системные платы переходного периода имеют дополнительный разъем питания типа АТ, но при подключении системной платы к блоку питания типа АТ теряется возможность программного управления блоком питания.

Системная плата снабжена набором установочных отверстий и обычно устанавливается в корпусе системного блока компьютера на специальном шасси с помощью пластмассовых втулок. Эти втулки обеспечивают вертикальную и продольную фиксацию платы. В требуемом положении плата окончательно закрепляется на шасси одним или несколькими винтами, закручиваемыми в соответствующие резьбовые отверстия шасси.

Рассмотрим далее, какие основные элементы присутствуют на системной плате IBM-совместимого компьютера.

1. *Разъем для микропроцессора.* С типом данного разъема тесно связан тип корпуса микропроцессора. Микропроцессоры 8086 и 8088 выпускались в 40-выводных прямоугольных корпусах типа DIP (Dual Inline Package) с двухрядным расположением выводов. Как правило, они припаивались непосредственно на системную плату либо устанавливались в соответствующий разъем ("кровать").

Микропроцессор 80286 был выпущен в квадратном корпусе типа PGA (Pin Grid Array) с 68 выводами, микропроцессор 80386 – в корпусе PGA-132 (132 вывода), а микропроцессор 80486 – в корпусе PGA-168. Корпус типа PGA имеет выводы, расположенные перпендикулярно плоскости разъема. Для их установки на системную плату предназначался соответствующий разъем (socket) типа LIF (Low Insertion Force). При этом часть микропроцессоров 80386 и 80486 выпускались в пластмассовых корпусах типа PLCC и PQFP и припаивались непосредственно к системной плате.

Появление многочисленных модификаций и клонов популярного в свое время микропроцессора 80486 привело к созданию универсальных системных плат, которые позволяют работать с микропроцессорами различных типов (например, 80486DX/DX2/DX4/DX5/SX/SX2), с различной тактовой частотой (например, 25, 33, 40, 50, 66, 75, 80, 100, 120, 133 МГц) и различных производителей (фирм Intel, AMD, Cyrix, UMC, IBM, Texas Instruments и др.). Был разработан разъем типа ZIF (Zero Insertion Force) для микропроцессорных корпусов типа PGA. Разъемы типа ZIF получили исключительное распространение в универсальных системных платах, так как позволяют устанавливать микросхему с большим числом выводов практически без усилий. Для этого разъем снабжен специальным поворотным рычажком для управления механическим замком выводов микросхемы.

В табл. 3.2 приведены основные параметры разъемов для микропроцессоров фирмы Intel и их клонов.

Таблица 3.2

## Типы процессорных разъемов

Наименование разъема	Тип устанавливаемого микропроцессора	Число выводов
Socket-1	80486	168/169
Socket-2	80486, Pentium OverDrive	238
Socket-3	80486, Pentium OverDrive	237
Socket-4	Pentium 60, 66 МГц	273
Socket-5	Pentium 75, 90, 100 МГц	320
Socket-6	Pentium OverDrive	235
Socket-7, Super Socket 7	Pentium 75 – 200 МГц, Pentium MMX; AMD K5, K6, K6-2, K6-III; Cyrix 6x86, MI, MII; IDT C6, WinChip; Rise mP6; VIA	321
Socket-8	Pentium Pro	387
Slot-1	Pentium II, Pentium III, Celeron	242
Slot-2	Pentium 2 Xeon, Pentium III Xeon	330
Slot-A	AMD K7 (Athlon)	242
Socket-A	AMD Athlon, Athlon XP/MP, Duron, Sempron	462
Socket-370	Pentium III, Celeron, VIA Cyrix	370
Socket-423	Pentium 4 (Willamette)	423
Socket-478	Pentium 4 (Northwood), Celeron	478
Socket-603/604	Pentium 4 Xeon	603/604
Socket-754	AMD Athlon 64, Sempron	754
Socket-939	AMD Athlon 64	939
Socket-940	AMD Opteron, Athlon 64 FX	940
LGA-775	Pentium 4 (Prescott), Pentium D, Celeron D, Core 2 Duo, Core 2 Quad	775
LGA-771	Intel Xeon	771
LGA-1366	Intel Core i7	1366
LGA-1056	Intel Core i3, i5, i7	1056
LGA-1155	Intel Core i3, i5, i7	1155
LGA-1150	Intel Core i3, i5, i7	1150
LGA-1151	Intel Core i3, i5, i7	1151
LGA-2011	Intel Core i7	2011
LGA-2066	Intel Core i7, i9	2066
Socket-AM2	AMD Athlon 64, Phenom, Sempron	
Socket-AM3	AMD Athlon 64, Phenom, Sempron	
Socket-AM3+	AMD Athlon 64, Athlon FX, Phenom, Sempron	
Socket-AM1	AMD Athlon, Sempron	
Socket FM1	AMD Athlon FX	
Socket FM2	AMD APU A4, A6, A8, A10	
Socket FM2+	AMD APU A4, A6, A8, A10	
Socket-AM4	AMD Ryzen	
Socket-TR4	AMD Ryzen Threadripper	

Корпус микропроцессора и разъем типа LGA уже предусматривают наличие штыревых контактов на системной плате. Корпус микропроцессора при этом имеет соответствующие контактные отверстия.

Как правило, на системной плате рядового компьютера присутствует один процессорный разъем. Для системных плат с разъемом Slot-1 выпускались специальные



адаптеры, которые позволяли устанавливать микропроцессоры в исполнении Socket-370. Некоторые универсальные системные платы однопроцессорного назначения имеют одновременно два разъема, например, Slot-1 и Socket-370 или Slot-1 и Slot-2.

Для высокопроизводительных компьютеров специального назначения (сетевые серверы, мощные рабочие станции) предназначены системные платы, поддерживающие одновременную работу двух процессоров и имеющие два процессорных разъема, например, 2xSocket-7, 2xSocket-8, 2xSlot-1, 2xSocket-370, 2xSocket-A, 2xSocket-603. При этом возможна работа такой системной платы и с одним микропроцессором. Еще более дорогие системные платы для мощных компьютеров имеют четыре разъема для установки микропроцессоров типа Xeon или Athlon 64.

На микропроцессор, установленный в разъем системной платы, обычно прикрепляется охлаждающее устройство в виде радиатора с установленным на нем охлаждающим вентилятором (иногда вентиляторов может быть два). Для этого разъем снабжен выступами для крепления радиатора. Применение охлаждающих устройств для микропроцессоров стало необходимым, когда их тактовая частота достигла и превысила уровень 50 МГц.

Микропроцессоры, выполненные под разъем типа Slot-1, Slot-2, Slot-A, устанавливаются на отдельную печатную плату вместе с микросхемами внешней кэш-памяти. Такой процессорный модуль устанавливается в свою очередь в специальный корпус (картридж), на котором закрепляется охлаждающее устройство (радиатор с вентилятором).

2. *Разъем под арифметический сопроцессор.* Он может присутствовать только на системных платах для микропроцессоров 8086, 8088, 80286 80386, 80487SX, которые не имеют встроенного устройства обработки вещественных чисел с плавающей запятой.

3. *Разъемы под оперативную память.* Разъемы под модули оперативной памяти стандартизированы, основные технические параметры для них приведены в табл. 3.3 (в скобках указана разрядность модуля с учетом контрольных битов).

Таблица 3.3

Основные параметры модулей оперативной памяти

Тип модуля	Число выводов	Тип устанавливаемой памяти	Разрядность модуля, бит	Максимальная тактовая частота, МГц	Объем памяти, Мбайт
SIPP	30	DRAM, FPM DRAM	8 (9)	50	0,25–4
SIMM-30	30	DRAM, FPM DRAM	8 (9)	50	0,25–4
SIMM-72	72	FPM DRAM, EDO DRAM	32 (36)	66	1–64
DIMM-168	168	EDO DRAM, SDRAM	64 (72 80)	166	8–512
DIMM-184	184	DDR SDRAM	64 (72, 80)	200	64-1024
DIMM-240	240	DDR2 SDRAM	64 (72, 80)	200	128-2048
DIMM-240	240	DDR3 SDRAM	64 (72, 80)	400	256-8192
DIMM-288	288	DDR4 SDRAM	64 (72, 80)	400	512-16384
RIMM	184	Rambus DRAM	16 (18)	166	64–256

Модули SIPP (Single In-Line Pin Package) и SIMM-30 (Single In-Line Memory Module) – самые первые модули оперативной памяти для микроЭВМ и ПК, применялись на системных платах вплоть до микропроцессоров 80286, 80386 и 80486. Модуль SIPP имеет штыревые контакты, все остальные рассматриваемые модули – ножевые, выполненные печатным способом.

Модули SIMM-72 широко применялись на системных платах для микропроцессоров типа 80386, 80486 и Pentium и крайне редко – на системных платах для Pentium II.

Модули DIMM-168 (Dual In-Line Memory Module) применяются на системных платах для микропроцессоров 5-го и 6-го поколений (Pentium, Pentium II, Pentium III, Celeron,

Athlon, Duron и др.). Наиболее популярным является исполнение модулей DIMM-168 для микросхем памяти типа SDRAM. Существуют три основные спецификации этих модулей – PC-66, PC-100, PC-133. Число здесь обозначает номинальную тактовую частоту модуля в мегагерцах.

Модули DIMM-184 предназначены для установки микросхем памяти DDR SDRAM для системных плат с микропроцессорами 6-го и 7-го поколений (Pentium III, Pentium 4, Athlon, Duron). Существуют модули DIMM-184 типа PC1600, PC2100, PC2700, PC3200, где число обозначает пиковую пропускную способность модуля памяти (Мбайт/с). Для них также используются обозначения DDR200, DDR266, DDR333, DDR400 соответственно, где число обозначает эффективную тактовую частоту работы модуля (соответственно 2х100 МГц, 2х133 МГц, 2х166 МГц, 2х 200МГц).

Модули RIMM (Rambus Interface Memory Module) также предназначены для системных плат для микропроцессоров 6-го и 7-го поколений. В настоящее время они используются редко и исключительно для микропроцессоров Pentium 4 (ранее ограниченно использовались с микропроцессором Pentium III). В связи со значительным тепловыделением в модулях RIMM микросхемы памяти обычно закрыты пластиной радиатора. Спецификациями модулей RIMM являются PC600, PC700, PC800, PC1066, где число обозначает эффективную тактовую частоту модуля (600, 700, 800, 1066 МГц соответственно).

На различных системных платах обычно присутствует 2–8 разъемов типа SIPP или SIMM-30, 1–4 разъема типа SIMM-72, 1–4 разъема типа DIMM, 2–4 разъема типа RIMM. Как правило, системные платы рассчитаны на установку одного вида оперативной памяти, реже двух видов. Так, например, некоторые системные платы для микропроцессоров Pentium 4 и Athlon имеют по два разъема типов DIMM-168 и DIMM-184, предназначенных для установки модулей памяти типа SDRAM или DDR SDRAM соответственно (но не одновременно). На более современных системных платах для микропроцессоров семейства Intel Core. могут присутствовать комбинации разъемов для модулей памяти DIMM-240 для DDR2 и DDR3 SDRAM, а также разъемы для модулей DIMM-240 (DDR3L SDRAM) и DIMM-288 (DDR4 SDRAM).

4. *Микросхемы кэш-памяти.* Такие микросхемы устанавливались на большинстве системных плат с микропроцессорами типов 80386, 80486 и Pentium. Объем кэш-памяти, устанавливаемой на системной плате для микропроцессоров 80386, обычно составлял 32, 64 или 128 Кбайт, а для микропроцессоров 80486 – 64, 128 или 256 Кбайт. Для микропроцессоров типа Pentium объем кэш-памяти второго уровня, устанавливаемой на системной плате, составляет 256 или 512 (реже 1024) Кбайт. Количество микросхем кэш-памяти – от двух до восьми. На некоторых системных платах для микропроцессоров Pentium (типа Socket-5 и Socket-7) присутствует специальный разъем коричневого цвета для установки сменного модуля COAST (Cache On A Stick) с микросхемами дополнительной кэш-памяти; его емкость обычно составляла 256 (реже 512) Кбайт. На системных платах для микропроцессоров 6-го и 7-го поколений микросхемы кэш-памяти уже отсутствуют, поскольку в этих микропроцессорах двухуровневая кэш-память полностью интегрирована в их структуру.

5. *Разъемы интерфейса PCI.* Интерфейс PCI в настоящее время является основным для подключения плат расширения с контроллерами периферийных устройств. В системных платах для компьютеров настольного применения используются 32-разрядные разъемы интерфейса PCI, а для серверных компьютеров – 64-разрядные. 32-разрядный разъем PCI содержит 124 контакта (два ряда по 62 контакта) с шагом 0,05 дюйма и расположен несколько дальше от переднего края системной платы, чем разъемы ISA и EISA. 64-разрядный разъем PCI имеет 188 контактов (два ряда по 94 контакта). Разъемы PCI обычно имеют белый цвет. Количество разъемов на плате – от одного до шести. Разъем PCI может иметь одну или две перемычки, или ключа, с помощью которых кодируется напряжение питания, подаваемое на устанавливаемую плату расширения. Они не позволяют установить

плату в разъем с несоответствующим напряжением питания. Наличие передней перемычки соответствует напряжению питания 3,3 В, задней перемычки – 5 В. Универсальный разъем имеет обе перемычки.

6. *Разъем интерфейса AGP.* Разъем предназначен только для установки видеоадаптера. Содержит четыре ряда контактов по 62 или 66 контактов в каждом ряду (всего 128 или 132 контакта). Как правило, разъем AGP имеет коричневый цвет. Количество разъемов AGP на системной плате – только один. Разъем AGP может иметь одну или две перемычки (перегородки), с помощью которых кодируется напряжение питания, которое должно подаваться на видеоадаптер. Передняя перемычка соответствует напряжению питания 3,3 В, задняя перемычка – 1,5 В. Универсальный разъем AGP таких перемычек не имеет. Разъем типа AGP Pro имеет одну или две дополнительные секции (всего 48 контактов), предназначенных для подачи напряжения питания видеоадаптеру с большим энергопотреблением (от 50 до 110 Вт). Разъем AGP может иметь специальный фиксатор для дополнительного крепления платы видеоадаптера.

7. *Разъем интерфейса ISA.* Разъемы интерфейса ISA обычно имеют черный цвет. Существуют две разновидности разъемов – ISA-8 и ISA-16, где число обозначает разрядность шины данных в битах. Разъемы ISA-8 применялись на системных платах компьютеров типа PC/XT, а также на некоторых системных платах компьютеров типа PC/AT с микропроцессорами типа 80286, 80386 и 80486. Разъемы ISA-16 применяются на компьютерах типа PC/AT, начиная с микропроцессоров 80286. Конструктивно разъем ISA-16 состоит из двух целевых секций с шагом контактов 0,1 дюйма. Первая секция (62 контакта, два ряда, содержащие 31 контакт каждый) соответствует разъему интерфейса ISA-8, а вторая (36 контактов, два ряда по 18 контактов) расширяет шину данных ISA до 16 бит. Максимальное количество разъемов ISA на системной плате – 8. В современных системных платах разъем интерфейса ISA устанавливается очень редко и, как правило, только один.

8. *Разъем интерфейса EISA.* Цвет – черный. Внешне соответствуют разъемам ISA-16. Конструктивно разъем EISA совместим с платами стандарта ISA. Максимальное количество разъемов на системной плате – 8. Применялась с микропроцессорами типа 80386 и 80486. В настоящее время интерфейс EISA вытеснен интерфейсом PCI и в IBM-совместимых компьютерах не применяется.

9. *Разъем интерфейса VLB (VESA Local Bus).* Разъем содержит 112 контактов (два ряда по 56 контактов) с шагом 0,05 дюйма, обычно имеет коричневый цвет, количество разъемов на плате – от одного до трех. Устанавливаются сзади разъемов типа ISA-16 (см. рис. 3.1). Очень широко применялись в системных платах с микропроцессорами типа 80486. С появлением микропроцессоров Pentium интерфейс VLB постепенно прекратил свое существование.

10. *Разъемы AMR (Audio/Modem Riser), CNR (Communications Network Riser), ACR (Advanced Communications Riser).* Это короткие разъемы (два ряда по 24 контакта), обычно коричневого цвета, предназначены главным образом для установки упрощенных версий модемов, звуковых и сетевых адаптеров, основные функции которых выполняются чипсетом системной платы или микропроцессором. Разъемы присутствуют на системных платах для микропроцессоров 6-го и 7-го поколений. На более современных системных платах данные разъемы отсутствуют.

11. *Разъемы интерфейса USB.* Интерфейс USB стал применяться в системных платах, начиная с микропроцессоров Pentium. Современные системные платы имеют 2, 4, 6 или 8 портов USB спецификации 1.0, 2.0, 3.0, 3.1, 3.2. Порты USB могут быть выполнены двух типов – разъем типа А (плоский разъем), который устанавливается на системной плате, и разъем типа В (квадратный разъем), который обычно устанавливается на периферийных устройствах.

12. *Разъем RG45.* Этот 8-контактный разъем предназначен для подключения неэкранированного сетевого кабеля типа "витая пара" (UTP). Присутствует на системных платах с интегрированным сетевым контроллером типа Ethernet.

13. *Разъем RG11*. Он имеет 4 контакта и предназначен для подключения к телефонной сети. Разъем присутствует только на системных платах, в которые интегрирован модем.

14. *Разъем VGA*. Этот разъем типа DB-15S, или D-Sub, имеет 15 контактов, расположенных в три ряда. Он присутствует только на системных платах с интегрированным видеоконтроллером (см. рис. 3.3).

15. *Контроллер интерфейса IDE/ATA*. Этот контроллер интегрирован практически во все современные системные платы с интерфейсом PCI, начиная с микропроцессора 80486. Выходы контроллера – это два 40-контактных разъема (в каждом разьеме два ряда по 20 штыревых контактов) с наименованиями Primary (первичный) и Secondary (вторичный) для подключения устройств с помощью плоских кабелей длиной не более 18 дюймов (около 45 см). К ним могут подключаться до четырех "винчестерских" накопителей или приводов CD/DVD. Реже к контроллеру IDE/ATA подключаются накопители на магнитной ленте, магнитооптических дисках и накопители типа ZIP и LS-120.

16. *Контроллер накопителей на гибких магнитных дисках*. Этот контроллер обычно присутствует на системных платах с интерфейсом PCI, начиная с микропроцессора 80486. Выход интерфейса – один 34-контактный разъем (два ряда по 17 штыревых контактов) для подключения накопителя с помощью плоского кабеля. Архитектура компьютеров PC/AT предусматривает два дисководов для гибких магнитных дисков с идентификаторами A: и B:.

17. *Контроллер интерфейса SCSI*. Такой контроллер предназначен главным образом для подключения дисковых накопителей, реже – сканеров. Он присутствует на системных платах, преимущественно предназначенных для использования в высокопроизводительных компьютерах, работающих, например, в качестве сетевого сервера или графической станции. Контроллер SCSI на системной плате обычно выполнен в виде отдельной микросхемы, выход контроллера – один 50- или 68-контактный разъем для присоединения плоского кабеля. Основным производителем микросхем контроллеров интерфейса SCSI является фирма Adaptec.

18. *Контроллер интерфейса IEEE 1394 (FireWire)*. Интерфейс FireWire является относительно новой разработкой. Это последовательный высокоскоростной интерфейс, предназначенный для постепенной замены интерфейса SCSI. Контроллер этого интерфейса выполнен в виде отдельной микросхемы, но в некоторых современных чипсетах он уже интегрирован в "южный мост". В настоящее время интерфейс FireWire является достаточно дорогим и используется еще относительно редко. При этом на системной плате обычно устанавливается три разъема этого интерфейса.

19. *Звуковой адаптер*. Разъемы звукового адаптера присутствуют на системных платах с интегрированным звуковым адаптером, функции которого выполняет чипсет или специальная микросхема синтезатора звука. Обычно на системной плате присутствуют три коаксиальных разъема звукового адаптера типа mini-Jack – микрофонный вход, линейный вход, линейный выход.

20. *Интегрированный RAID-контроллер*. Этот контроллер предназначен для управления дисковыми массивами внешней памяти. Как правило, RAID-массивы применяются в сетевых серверах или в мощных графических станциях с целью обеспечения надежности хранения информации и для ускорения процессов ввода и вывода данных. RAID-контроллер часто выполнен в виде специальной микросхемы. Выходами RAID-контроллера обычно являются третичный (Ternary) и четвертичный (Quaternary) порты интерфейса IDE/ATA (или Serial-ATA). Основным производителем микросхем RAID-контроллеров для системных плат являются фирмы HighPoint и Promise. В самых последних разработках чипсетов RAID-контроллер уже встроен в "южный мост".

21. *Разъем клавиатуры*. На системной плате формата AT присутствует один 5-контактный разъем типа DIN для подключения клавиатуры типа XT или AT. На системных платах формата ATX присутствует один 6-контактный разъем типа mini-DIN для подключения клавиатуры типа PS/2. Интерфейс клавиатуры типа PS/2 в IBM-совместимых

компьютерах заимствован от компьютеров семейства IBM PS/2. На некоторых системных платах устанавливалось одновременно два разъема – АТ и PS/2.

22. *Разъем интерфейса "мыши" типа PS/2.* Для компьютеров типа IBM PC этот интерфейс заимствован от компьютеров семейства IBM PS/2. Он обычно присутствует на системных платах для микропроцессоров типа Pentium и всех более поздних. Интерфейс выполнен в виде 6-контактного разъема типа mini-DIN, аналогичного разъему клавиатуры типа PS/2.

23. *Разъемы коммуникационных портов.* Как правило, в IBM-совместимом компьютере присутствуют один или два разъема последовательных коммуникационных портов (COM-порты) и один разъем параллельного коммуникационного порта (LPT-порт). Для COM-портов обычно используются 9-контактные (реже 25-контактные) разъемы ("вилки") типа DB-9P (DB-25P). Для LPT-порта используются 25-контактный разъем ("розетка") типа DB-25S.

24. *Разъем игрового порта (Game-port).* Этот 15-контактный двухрядный разъем типа DB-15S предназначен для подключения одного или двух стандартных джойстиков аналогового типа либо других игровых манипуляторов. Кроме этого, через данный разъем предусматривается подключение к компьютеру электромузыкального инструмента (например, MIDI-клавиатуры) с соответствующим интерфейсом. Как правило, данный разъем имеется на системных платах с интегрированным звуковым адаптером. Во многих современных системных платах игровой порт уже отсутствует, так как его функции постепенно переходят к интерфейсу USB.

25. *Разъем блока питания.* Системные платы формата АТ имеют один 12-контактный разъем для подключения двух 6-контактных кабелей от блока питания. Системные платы формата АТХ имеют один 20- или 24-контактный разъем (два ряда по 10 или 12 контактов) для подключения к блоку питания. Обычный цвет разъемов питания – белый. Многие современные системные платы формата АТ имеют универсальную систему электропитания и соответственно два разъема для блока питания – типа АТ и АТХ, что позволяет устанавливать такие системные платы в корпуса того или иного типа (см., например, рис. 3.2). Системные платы, предназначенные для установки микропроцессоров Pentium 4 и Athlon, имеют дополнительный 4-контактный разъем для подачи напряжения питания, при этом блок питания системного блока должен поддерживать подачу соответствующего напряжения на этот разъем.

26. *Чипсет.* Термином "чипсет" называется набор микросхем (от одной до четырех), обеспечивающих взаимодействие всех компонентов системной платы и компьютера в целом. Современные чипсеты обычно выполняются в виде двух микросхем, одна из которых (так называемый "северный мост") управляет работой микропроцессора, оперативной памяти, интерфейсов PCI и AGP и может содержать интегрированный видеоадаптер. Вторая микросхема, называемая "южный мост", управляет всеми остальными функциями системной платы и обычно содержит контроллеры интерфейсов ISA, IDE/ATA, USB, AMR, CNR, ACR, коммуникационных портов COM и LPT, клавиатуры, "мыши". Дополнительно "южный мост" может включать в себя звуковой и сетевой адаптеры, контроллер интерфейса FireWire, систему управления энергопотреблением, систему мониторинга системной платы. "Северный мост" и "южный мост" информационно связываются между собой с помощью универсального интерфейса PCI или специального высокоскоростного интерфейса. Иногда оба моста (или хаба) интегрируются в одну единственную микросхему. Микросхемы чипсета, особенно "северный мост", при интенсивной работе компьютера сильно нагреваются, поэтому на них может быть установлены охлаждающие радиаторы и даже вентиляторы. Самыми крупными производителями чипсетов для системных плат IBM-совместимых компьютеров в настоящее время являются фирмы Intel, VIA, SIS, Nvidia, в меньшей степени – фирмы ATI и Ali/ULi.

27. *Микросхема Super I/O.* Эта многофункциональная микросхема обычно не входит в состав чипсета, хотя существенно дополняет его функции. В ее состав входят те устройства,

которые отсутствуют в чипсете: контроллеры клавиатуры, манипулятора "мышь", накопителей на гибких магнитных дисках, последовательных и параллельных коммуникационных портов, систему мониторинга состояния компьютера. Чаще всего на системных платах можно встретить микросхемы Super I/O с маркировкой Winbond, ITE, SMC.

28. *Контроллер клавиатуры.* Он присутствует на системных платах вплоть до микропроцессоров Pentium. Контроллер клавиатуры выполнен в виде микросхемы в корпусе типа DIP с 40 выводами, внутри которой содержится однокристалльная микроЭВМ типа Intel 8042 или аналогичная. В системных платах для микропроцессоров 6-го и 7-го поколений контроллер клавиатуры, выполненный в виде отдельной микросхемы, уже отсутствует, так как он интегрирован в одну из микросхем чипсета или в микросхему Super I/O.

29. *Система мониторинга.* Она впервые появилась в IBM-совместимых компьютерах на основе микропроцессоров Pentium MMX, Pentium Pro и Pentium II, у которых тактовая частота превысила 200 МГц и, соответственно, резко возросло энергопотребление и тепловыделение. Система мониторинга предназначена для контроля в реальном масштабе времени над некоторыми критическими параметрами системной платы и системного блока. В полном объеме система мониторинга позволяет одновременно контролировать все напряжения, выдаваемые блоком питания и поступающие на микропроцессор, частоту вращения от одного до трех охлаждающих вентиляторов и состояние от одного до трех температурных датчиков. Система мониторинга либо встраивается в одну из микросхем чипсета, либо выполняется в виде отдельной специализированной микросхемы. Отметим, что дешевые системные платы могут оснащаться системой мониторинга с ограниченными функциональными возможностями либо система мониторинга у них может полностью отсутствовать.

30. *Стабилизатор напряжения VRM (Voltage Regulator Module).* Он присутствует практически на всех универсальных системных платах, так как напряжение питания микропроцессора (1,5 – 2 В) отличается от напряжений блока питания. Стабилизатор обычно выполнен в виде одной или нескольких интегральных микросхем, снабженных ребристыми радиаторами черного цвета.

31. *Микросхема BIOS.* Это микросхема ПЗУ, которая содержит программы базовой системы ввода-вывода. На системных платах для микропроцессоров типа 8088, 8086, 80286, 80386, 80486 устанавливалась одна микросхема ПЗУ (иногда две микросхемы – для четных и нечетных адресов памяти) емкостью не более 64 Кбайт и без возможности перепрограммирования. На системных платах для микропроцессоров типа Pentium и более современных обычно устанавливается одна микросхема перепрограммируемого ПЗУ типа EEPROM или Flash-ROM емкостью 1 или 2 Мбит (128 и 256 Кбайт соответственно), выполненная в корпусе с 28 или 32 контактами. Микросхема BIOS обычно устанавливается в соответствующий разъем или панель, хотя в некоторых случаях она может быть припаяна непосредственно к системной плате. Обычно на микросхему BIOS наклеена этикетка с указанием наименования разработчика программ базовой системы ввода-вывода (чаще всего это фирмы AWARD, AMI или Phoenix). На некоторых системных платах устанавливается сразу две микросхемы ПЗУ, которые хранят две копии программ BIOS с целью повышения надежности работы компьютера (так называемая система *Dual BIOS* или *Mirror BIOS*).

32. *Элемент питания CMOS-памяти.* Он необходим в основном для поддержания работоспособности внутренних часов компьютера в отключенном состоянии. В современных системных платах для этого обычно используется литиевый элемент типа CR2030 с номинальным напряжением 3 В. Ранее в системных платах использовались никель-кадмиевые элементы питания. Использовались также в системных платах специальные микросхемы с маркировкой Dallas или ODIN, в которые был интегрирован источник питания CMOS-памяти.

33. *Контроллер интерфейса Serial-ATA.* Это относительно новый радиальный интерфейс последовательного типа, предназначенный для подключения "винчестерских" накопителей и постепенной замены интерфейса IDE/ATA. Контроллер интерфейса Serial-ATA выполняется в виде отдельной микросхемы либо интегрируется в "южный мост" чипсета. Для подключения накопителей на системной плате устанавливается 2, 4 или 8 разъемов и используется более удобный в эксплуатации 7-проводной кабель.

34. *Система переключателей.* На многих универсальных системных платах часто присутствует несколько переключателей и перемычек, называемых "джамперами". Джампер (jumper) – съемная перемычка, устанавливаемая на штыревые контакты, выходящие из системной платы. С их помощью осуществляется настройка режимов работы системной платы: определяется тип установленного микропроцессора, напряжение питания микропроцессора и модулей памяти, частота тактового генератора, коэффициент умножения микропроцессором внешней тактовой частоты и др. Для тех же целей используются также малогабаритные DIP-переключатели.

Тайваньская фирма ABIT Computers в 1996 году запатентовала технологию *Jumperless*, в соответствии с которой все необходимые настройки системной платы осуществляются только программным способом. Это происходит либо автоматически, либо с помощью специальной программы Soft Menu, являющейся частью программы Setup BIOS. Впоследствии практически все производители системных плат стали использовать в своих изделиях подобную технологию, поэтому современные универсальные системные платы практически не имеют каких-либо переключателей для ручной установки режимов работы, а все необходимые настройки производятся с клавиатуры компьютера.

Современные международные стандарты на системные платы формата ATX рекомендуют производителям использовать цветную маркировку разъемов для подключения внешних периферийных устройств (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Рекомендованные цвета разъемов системных плат

Разъем	Цвет
Аналоговый VGA	Синий
Параллельный порт (LPT)	Бордовый
Клавиатура PS/2	Фиолетовый
Мышь PS/2	Зеленый
Последовательный порт (COM)	Бирюзовый
Интерфейс USB 1.x, 2.x	Черный
Интерфейс USB 3.x	Синий
Линейный вход аудиосигнала	Голубой
Линейный выход аудиосигнала	Салатный
Цифровой монитор (DVI)	Белый
Интерфейс IEEE 1394 (FireWire)	Серый
Микрофон	Розовый
Разъем Game/MIDI порта	Золотистый
Акустические системы, сабвуфер	Оранжевый
Акустические системы	Коричневый
Выход видеосигнала	Желтый

Системные платы, которые имеют несколько интегрированных периферийных устройств (чаще всего это видеоадаптер, звуковой адаптер и сетевой адаптер, реже модем, контроллеры RAID, SCSI, FireWire и др.) получили наименование All-In-Ones ("все в одном"). Такой подход позволяет заметно снизить стоимость компьютера, но в то же время

существенно ограничивает возможности пользователя в отношении модернизации такого компьютера в процессе эксплуатации в случае его морального и физического устаревания.

### 2.3. Платы расширения

Платы (или карты) модулей расширения представляют собой печатные платы с краевым разъемом, на которые установлены электронные компоненты. Они устанавливаются в интерфейсные разъемы системной платы и прикрепляются с помощью винтов к корпусу системного блока. На платах расширения обычно устанавливаются контроллеры периферийных устройств, которые отсутствуют на системной плате. К платам расширения относятся видеоадаптеры, звуковые и сетевые адаптеры, внутренние модемы, платы контроллеров других периферийных устройств. При этом для системных плат типа All-In-Ones с высокой степенью интеграции периферийных устройств установка плат расширения может оказаться не нужной.

Рассмотрим далее особенности наиболее распространенных плат расширения для ПК и микроЭВМ.

1. *Видеоадаптер.* На плате видеоадаптера устанавливаются микросхема видеоконтроллера, микросхемы видео-ОЗУ (обычно от 2 до 8 микросхем), микросхема ПЗУ для хранения программ видео-BIOS, выходы для подключения монитора или телевизора, а также она может содержать входы и выходы для подключения внешних источников или приемников видеосигнала. Практически все видеоадаптеры типа VGA и SuperVGA на задней стенке имеют 15-контактный разъем типа D-Sub для подключения монитора с аналоговым управлением, при этом некоторые видеоадаптеры имеют два таких разъема с целью одновременного подключения двух мониторов. Многие более современные видеоадаптеры имеют также разъем типа DVI-I и DVI-D (Digital Video Interface) для подключения монитора с цифровым управлением. Может присутствовать также разъем TV-Out (коаксиальный разъем типа RCA или "тюльпан") или S-Video (4-контактный разъем типа miniDIN) для подключения видеомagneитофона или бытового телевизора в качестве монитора или источника видеoinформации. Все современные видеоадаптеры содержат интерфейсы HDMI и Display Port, а разъем VGA уже отсутствует.

На плате видеоадаптера может также присутствовать 26-контактный (два ряда по 13 контактов) разъем *VESA Feature Connector*, который предназначен для подключения дочерних видеокарт, например, TV-тюнера, 3D-акселератора, платы видеомонтажа и др.

Интерфейс сопряжения современных видеоадаптеров с системной платой – PCI-Express. Видеоадаптеры прежних лет выпуска использовали интерфейсы AGP, AGP, PCI, VLB, EISA, ISA. В современных видеоадаптерах микросхемы видеоконтроллера и видеопамяти обычно снабжаются охлаждающими устройствами (радиаторами и вентиляторами).

Наиболее крупными производителями микросхем видеоконтроллеров в настоящее время являются фирмы NVidia, AMD, Intel. Видеоадаптеры прежних лет выпуска оснащались видеоконтроллерами производства фирм ATI, Matrox, SiS, S3, 3dfx, Cirrus Logic, Trident, Realtek, Tseng Labs.

2. *Звуковой адаптер.* Содержит набор микросхем, предназначенных для синтеза звука и преобразования звуковой информации из аналоговой формы в цифровую и обратно. На задней стенке звукового адаптера размещаются входные и выходные разъемы коаксиального типа. Входные разъемы звукового адаптера предназначены для подключения микрофона, привода CD-ROM и других источников звукового сигнала. Выходные разъемы звукового адаптера предназначены для подключения акустических систем и внешнего усилителя сигнала. Кроме этого на задней стенке устанавливается, как правило, 15-контактный разъем типа D-Sub игрового порта (Game-port) для подключения джойстика или иного манипулятора с аналоговым выходом. Интерфейс звукового адаптера с системной платой – ISA или PCI.



3. *Сетевой адаптер.* Он предназначен для сопряжения компьютера с локальной сетью. На плате сетевого адаптера устанавливается набор микросхем (сетевой контроллер), управляющих передачей информации между системной магистралью компьютера и средой передачи сети. Наиболее крупными производителями микросхем сетевых контроллеров являются фирмы 3Com, Intel, Realtek, D-Link, Compeh, Davicom, SMC.

Сопряжение сетевого адаптера с системной платой компьютера обычно осуществляется с помощью интерфейсов PCI-Express или PCI, ранее использовались интерфейсы ISA, EISA и VLB.

Наиболее широкое распространение в компьютерном мире получили проводные сетевые адаптеры типа Ethernet. Адаптеры такого типа могут иметь следующие виды разъемов для сопряжения со средой передачи:

1) разъемы типа AUI и BNC для сопряжения с коаксиальным кабелем диаметром 0,5 и 0,25 дюйма соответственно. Эти адаптеры имеют максимальную скорость передачи информации 10 Мбит/с и являются устаревшими;

2) разъем типа RJ-45 для сопряжения с витой парой проводов. Эти адаптеры могут иметь максимальную скорость передачи информации 10 Мбит/с (адаптер типа Ethernet), 100 Мбит/с (Fast Ethernet) или 1000 Мбит/с (Gigabit Ethernet).

Комбинированные сетевые адаптеры Ethernet (10 Мбит/с) одновременно могут иметь разъем типа BNC и разъем типа RJ-45.

На плате сетевого адаптера может присутствовать разъем (панель) для установки микросхемы ПЗУ (так называемый Boot-ROM) с программой удаленного старта, которая необходима для запуска в работу сетевого компьютера, не оснащенного "винчестерским" накопителем.

На задней стенке сетевого адаптера может устанавливаться от одного до шести светодиодных индикаторов, которые сигнализируют о состоянии среды передачи и текущем состоянии адаптера.

4. *Внутренний модем (факс-модем).* Он предназначен для связи компьютеров посредством телефонной сети. На плате модема устанавливается набор микросхем, называемый сигнальным процессором (DSP – Digital Signal Processor), и иные необходимые для работы модема устройства (микросхемы ОЗУ и ПЗУ, реле, звуковой излучатель, переключатели режимов работы и др.). Наиболее крупными производителями модемов являются фирмы 3Com, ZyXEL, U.S. Robotics, D-Link, Acorp, Eline, Avaks.

На задней стенке внутреннего модема обычно устанавливаются два разъема типа RJ-11 для подключения к телефонной сети и телефонному аппарату. Интерфейс внутреннего модема с системной платой – ISA или PCI.

5. *Многофункциональная плата ввода-вывода* (называемая также мультикартой или платой Super I/O). Такие платы расширения широко применялись в компьютерах типа PC/XT и PC/AT с микропроцессорами типа 8088, 8086, 80286, 80386 и 80486 и интерфейсами ISA и VLB (реже PCI). Они предназначались для совместного использования с системными платами, не имеющими интегрированных контроллеров периферийных устройств. Типичная плата ввода-вывода содержит микросхему комбинированного контроллера, который поддерживает два COM-порта, один LPT-порт, интерфейс дискетного накопителя, один или два порта интерфейса IDE/ATA, а также игровой порт. На плате также обычно присутствуют переключатели (джамперы) для установки режима работы контроллера. В настоящее время подобные устройства в современных компьютерах уже не применяются.

6. *Контроллеры прочих периферийных устройств.* Это наиболее широкая группа плат расширения, номенклатура которых определяется сферами конкретного применения компьютеров. К таким платам расширения относятся контроллеры интерфейсов IDE/ATA, SCSI, FireWire, USB, Serial-ATA и др., а также устройства для приема теле- и радиосигналов, устройства для обработки видеоизображения и звука, цифроаналоговые и аналого-цифровые преобразователи и прочие устройства. При этом они используют все возможные виды интерфейсов для сопряжения с системной платой.

### 3. ОБОРУДОВАНИЕ

Системный блок учебного IBM PC/AT-совместимого ПК, элементы аппаратуры компьютера (системная плата, микропроцессор, модули оперативной памяти, видеоадаптер, сетевой адаптер, модем, накопители на магнитных дисках, привод CD-ROM, блок питания, корпус, соединительные кабели и др.), набор монтажного инструмента (отвертки). В процессе разборки лабораторного системного блока и изучения его компонентов рекомендуется их фотографировать с помощью индивидуальных фотосредств (смартфон, планшет, фотоаппарат).

### 4. ЗАДАНИЕ НА РАБОТУ

Задание на лабораторную работу состоит в изучении всех компонентов системного блока лабораторного ПК и составлении его технического описания системного блока. Каждому студенту или группе студентов выделяется лабораторный системный блок.

### 5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с теоретическими положениями лабораторной работы, изучить конструктивные особенности и функциональные возможности компьютерных системных плат, ответить на контрольные вопросы, получить у преподавателя индивидуальное задание.

2. Выполнить наружный осмотр системного блока лабораторного компьютера, определить тип корпуса, типы периферийных устройств с наружным доступом.

3. Убедиться, что системный блок отключен от электрической сети, и снять крышку системного блока, воспользовавшись для этого соответствующим инструментом.

4. Изучить внутреннее устройство системного блока. Определить количество и типоразмеры монтажных отсеков корпуса, а также типы периферийных устройств, установленных в монтажных отсеках. При необходимости демонтировать периферийные устройства из монтажных отсеков.

5. Определить тип блока питания и его основные технические параметры. При необходимости демонтировать блок питания из корпуса, предварительно отсоединив провода от системной платы и периферийных устройств.

6. Выполнить осмотр системной платы и установленных на ней компонентов. При необходимости извлечь из системной платы микропроцессор, модули памяти, платы расширения. Определить тип, марку системной платы и ее основные технические характеристики, а также типы модулей памяти и плат расширения.

7. Определить типы интерфейсов и соединительных кабелей, которые используются для соединения периферийных устройств с контроллерами.

8. Установить в корпус все ранее демонтированные компоненты системного блока. Установить крышку корпуса.

9. Подготовить отчет о результатах исследования компонентов системного блока. Защитить отчет перед преподавателем.

Отчет по лабораторной работе выполняется на листах писчей бумаги формата А4. По согласованию с преподавателем отчет может быть оформлен в ученической тетради. Страницы отчета должны быть пронумерованы. Отчет должен содержать:

- 1) титульный лист, выполненный по общепринятому образцу;
- 2) текст задания на работу;
- 3) техническое описание компонентов изучаемого системного блока лабораторного компьютера, включая схемы, рисунки и эскизы, поясняющие устройство системного блока;
- 4) библиографический список, выполненный по ГОСТ 7.1-84.

По согласованию с преподавателем студент может представить отчет с техническим описанием системного блока своего домашнего компьютера. Для более глубокого изучения

аппаратных компонентов персональных компьютеров и микроЭВМ следует воспользоваться литературными источниками, приведенными в библиографическом списке.

## 6. ПРИМЕР ОПИСАНИЯ СИСТЕМНОГО БЛОКА КОМПЬЮТЕРА

Изучаемый системный блок собран в корпусе типа Midi-tower формата ATX. Блок питания корпуса типа ATX имеет номинальную мощность 250 Вт. На передней панели корпуса установлены кнопки включения и аппаратного сброса ("Reset"), а также два светодиодных индикатора активности системного блока и "винчестерского" накопителя.

Корпус содержит три монтажных отсека формата 5,25 дюйма и два монтажных отсека формата 3,5 дюйма. В верхнем монтажном отсеке формата 5,25 дюйма установлен привод для компакт-дисков модели CW-7586 фирмы Panasonic типа CD-RW, который позволяет читать диски типа CD-Audio, CD-ROM, CD-R, CD-RW и записывать диски типа CD-R и CD-RW. Интерфейс данного накопителя – ATA-100.

В верхнем монтажном отсеке формата 3,5 дюйма с внешним доступом установлен привод дискеты, а в нижнем монтажном отсеке с внутренним доступом – накопитель на жестком магнитном диске фирмы Fujitsu модели MPG3204AH номинальной емкостью 20 Гбайт. Интерфейс "винчестерского" накопителя – ATA-100 (максимальная скорость передачи информации – 100 Мбайт/с), частота вращения магнитных дисков – 7200 мин<sup>-1</sup>.

В корпусе установлена системная плата синего цвета формата ATX модели GA-6OXT ревизии 1.0 производства фирмы Gigabyte Technology (Тайвань). Системная плата имеет следующие технические характеристики:

1) поддерживаемые микропроцессоры – Pentium III и Celeron с ядром Coppermain или Tualatin с тактовой частотой от 500 до 1400 МГц с конструктивным исполнением корпуса FC-PGA и FC-PGA2;

2) количество процессорных разъемов – 1;

3) тип разъема процессора – Socket-370;

4) чипсет – Intel 815EP, включает микросхему Intel FW82815EP (контроллер системной магистрали, интерфейса AGP и оперативной памяти) и микросхему Intel 82801BA (контроллер ввода-вывода). Микросхема FW82815EP закрыта охлаждающим радиатором с логотипом фирмы Gigabyte;

5) количество разъемов расширения – 5 разъемов PCI белого цвета (32-разрядные), 1 разъем AGP, 1 разъем CNR (оба разъема коричневого цвета);

6) количество разъемов памяти – 3 разъема типа DIMM-168 черного цвета;

7) контроллеры периферийных устройств – один двухканальный контроллер интерфейса ATA-100 (максимальная скорость передачи информации – 100 Мбайт/с, максимальный объем подключаемого дискового накопителя – 128 Гбайт), один контроллер дискетного накопителя;

8) коммуникационные порты – один параллельный LPT-порт, два последовательных COM-порта, один разъем типа PS/2 для подключения клавиатуры, один разъем типа PS/2 для подключения манипулятора "мышь", два порта интерфейса USB типа A спецификации 1.1;

9) 20-контактный двухрядный разъем питания типа ATX белого цвета;

10) два трехконтактных разъема белого цвета для подключения охлаждающих вентиляторов;

11) элемент питания CMOS-памяти типа CR2032;

12) интегрированные видеоадаптер, звуковой адаптер, сетевой адаптер, модем, игровой порт и иные устройства – отсутствуют;

13) габаритные размеры системной платы – 180x305 мм.

На системной плате установлен микропроцессор Intel Pentium III 1000EB со следующими параметрами:

1) условное наименование процессора – Coppermain;

- 2) арифметический сопроцессор – встроенный;
- 3) разрядность регистров общего назначения – 32 бита;
- 4) разрядность шины данных – 64 бита;
- 5) разрядность шины адреса – 36 бит;
- 6) номинальная тактовая частота – 1000 МГц;
- 7) номинальное напряжение питания – 1,75 В;
- 8) объем кэш-памяти первого уровня – 32 Кбайта;
- 9) объем кэш-памяти второго уровня – 256 Кбайт;
- 10) внешняя тактовая частота – 133 МГц;
- 11) коэффициент умножения тактовой частоты – 7,5;
- 12) тип корпуса – FC-PGA (Flip Chip Pin Grid Array) зеленого цвета.

На микропроцессоре установлен охлаждающий радиатор с вентилятором. Вентилятор оснащен датчиком частоты вращения и подключен трехпроводным кабелем к разъему системной платы "CPU Fan".

На системной плате в разъеме "DIMM-0" установлен один односторонний модуль оперативной памяти типа DIMM-168 спецификации PC-133, на котором установлено 16 микросхем памяти с обозначением JetRam типа SDRAM (синхронная динамическая оперативная память) с номинальным временем доступа 7,5 нс и общей емкостью 256 Мбайт.

На системной плате установлена одна микросхема ПЗУ типа Flash-ROM (перепрограммируемая постоянная память с электрическим стиранием информации) объемом 2 Мбит (256 Кбайт) производства фирмы Atmel. В это ПЗУ записаны программы BIOS фирмы AWARD. В качестве микросхемы Super I/O используется микросхема ITE IT8712F-A, которая содержит контроллеры клавиатуры, "мыши", дискетных накопителей, последовательных и параллельных коммуникационных портов.

В разъемах расширения системной платы установлены следующие адаптеры:

– в разъеме AGP – видеоадаптер модели GV-GF1280 производства Gigabyte Technology, выполненный на основе видеоконтроллера GeForce2 MX200 фирмы nVidia. Цвет платы видеоадаптера – синий. На микросхему видеоадаптера установлен охлаждающий радиатор черного цвета. На плате видеоадаптера присутствуют микросхема ПЗУ объемом 48 Кбайт, предназначенная для хранения программ видео-BIOS, и четыре микросхемы видеопамати типа SDRAM с номинальным временем доступа 6 нс с общим объемом 32 Мбайта. На задней стенке видеоадаптера закреплен один 15-контактный разъем типа D-Sub для подключения монитора аналогового типа;

– в третьем разъеме PCI – сетевой адаптер типа Fast Ethernet производства фирмы Ascorp International (Тайвань), выполненный на основе микросхемы сетевого контроллера модели RTL8139 производства фирмы Realtek (Тайвань). Плата сетевого адаптера имеет зеленый цвет. На плате сетевого адаптера имеется разъем для установки микросхемы загрузочного ПЗУ (BootROM). На задней стенке сетевого адаптера закреплены один разъем типа RJ-45 и три светодиодных индикатора для контроля работоспособности адаптера и сетевого кабеля. Сетевой адаптер предназначен для работы со средой передачи "витая пара" с номинальными скоростями передачи информации 10 или 100 Мбит/с;

– в пятом разъеме PCI – звуковой адаптер, выполненный на основе микросхемы звукового синтезатора CS4281 фирмы Crystal Sound. Адаптер имеет линейный вход звукового сигнала, входы для подключения микрофона и привода CD-ROM, линейный выход для подключения активных акустических систем, а также 15-контактный разъем игрового порта и интерфейса MIDI. Цвет платы звукового адаптера – зеленый.

На системной плате присутствуют разъем для подключения инфракрасного коммуникационного порта (Infra Red Port, IR Port) и разъем для подключения разъемов третьего и четвертого портов интерфейса USB.

К первичному (Primary) порту контроллера интерфейса ATA/IDE (40 выводов, два ряда по 20 выводов) с помощью 80-проводного плоского кабеля подключен "винчестерский" накопитель. К вторичному (Secondary) порту контроллера интерфейса ATA/IDE (40 выводов,

два ряда по 20 выводов) с помощью 40-проводного плоского кабеля подключен привод CD-RW. Дискетный накопитель подключен к соответствующему порту контроллера системной платы (34 вывода, два ряда по 17 выводов) посредством 34-проводного плоского кабеля.

Системная плата оснащена системой мониторинга основных критических параметров условий работы системной платы (частоты вращения охлаждающих вентиляторов, температуры корпуса микропроцессора). К системной плате подключены: кнопка включения блока питания, кнопка "Reset", светодиодные индикаторы наличия напряжения питания "Power" (зеленого цвета) и активности "винчестерского" накопителя (оранжевого цвета), динамическая звуковая головка, которая установлена на нижней стенке корпуса системного блока.

## 7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое системный блок компьютера?
2. Какие компоненты входят в состав системного блока компьютера?
3. По каким параметрам производится классификация корпусов системных блоков компьютеров?
4. Каким образом в корпус системного блока устанавливаются компоненты компьютера?
5. Какие технические особенности имеет блок питания ATX по сравнению с блоком питания AT?
6. Что такое системная плата?
7. Какие существуют форматы системных плат?
8. Что такое плата расширения?
9. Какие основные компоненты составляют системную плату компьютера?
10. Каким образом на системную плату устанавливается микропроцессор?
11. Каким образом на системную плату устанавливаются модули оперативной памяти?
12. Какие модули оперативной памяти разработаны для системных плат ПК и микроЭВМ?
13. С какой целью на системной плате устанавливается микросхема ПЗУ?
14. С какой целью на платах видеоадаптера и сетевого адаптера устанавливается микросхема ПЗУ?
15. Какие разъемы расширения могут присутствовать на системной плате?
16. Максимальное количество разъемов интерфейсов ISA, VLB, PCI, AGP, USB, которые могут присутствовать на системной плате?
17. Сколько коммуникационных портов типа COM и LPT могут присутствовать на системной плате?
18. Какие интерфейсы предназначены для подключения устройств дисковой памяти?
19. Какие интерфейсы уже не применяются в современных компьютерах?
20. Что такое чипсет системной платы? Какие функции он выполняет?
21. Каким образом осуществляется установка системной платы в корпус системного блока?
22. По каким признакам системная плата считается универсальной?
23. Какие конструктивные исполнения корпусов микропроцессоров Intel и совместимых с ними применяются в настоящее время?
24. Какие преимущества и недостатки имеют системные платы тип All-In-Ones?
25. Каким образом осуществляется охлаждение компонентов системного блока компьютера?
26. С какой целью системные платы оснащаются системой мониторинга?
27. Что такое "джампер"? Какое назначение имеют джамперы на системных платах?

## 8. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Айден К, Фибельман Х., Крамер М. Аппаратные средства РС. – СПб ВHV, 1996. – 544 с.
2. Борзенко А.Е. IBM PC: устройство, ремонт, модернизация. – М.: Компьютер–Пресс, 1996. – 344 с.
3. Вебер Р. Сборка, конфигурирование, настройка, модернизация и разгон ПК: Энциклопедия пользователя. – Киев: DiaSoft, 2001. – 624 с.
4. Ветров С. Компьютерное "железо". – М.: Солон-Р, 2002. – 559 с.
5. Гук М. Аппаратные средства РС: Энциклопедия. – СПб: Питер, 2001. – 928 с.
6. Гук М. Аппаратные интерфейсы ПК. Энциклопедия. – СПб: Питер, 2002. – 528 с.
7. Жаров А. Железо IBM 2004. – М.: МикроАрт, 2004. – 336 с.
8. Ибрагим К.Ф. Устройство и настройка ПК. – М.: БИНОМ, 2004. – 368 с.
9. Колесниченко О.В., Шишигин И.В. Аппаратные средства РС. – СПб: БХВ, 2000. – 1024 с.
10. Минаси М. Ваш ПК: устройство, принцип работы, модернизация, обслуживание и ремонт: Полное руководство. – К.: ВЕК+, 2004. – 1008 с.
11. Мураховский В.И. Железо ПК: Практическое руководство. – М.: ДЕСС-КОМ, 2003. – 688 с.
12. Мюллер С. Модернизация и ремонт ПК. – М.: Вильямс, 2001. – 1184 с.
13. Пилгрим А. Персональный компьютер: модернизация и ремонт – СПб: ВHV, 1999. – 528 с.
14. Пресс Б., Пресс М. Ремонт и модернизация ПК. Библия пользователя. – М.: Вильямс, 2000. – 1120 с.
15. Рудометов Е., Рудометов В. Аппаратные средства и мультимедиа. – СПб: Питер, 1999. – 352 с.
16. Рудометов Е., Рудометов В. Материнские платы и чипсеты. – СПб: Питер, 2002. – 352 с.
17. Соломенчук В. Г., Соломенчук П.В. "Железо" ПК 2004. – СПб: БХВ, 2004. – 368 с.
18. Трасковский А. Устройство, модернизация, ремонт IBM PC. – СПб: БХВ, 2003. – 608 с.
19. Фролов И. Компьютерное "железо". Руководство пользователя. – М.: Познавательная книга плюс, 2001. – 352 с.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

### СИСТЕМНАЯ ПЛАТА ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА И МИКРОЭВМ

#### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Изучение устройства системной (материнской) платы IBM PC-совместимых персональных компьютеров (ПК) и микроЭВМ с целью приобретения практических навыков грамотной эксплуатации, технического обслуживания и модернизации компьютерной техники.

#### 2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

##### 2.1. Основные элементы системных плат

Важнейшей частью и основой современных микроЭВМ и ПК, построенных на основе магистрально-модульной архитектуры, является системная, или материнская, плата (SystemBoard, MotherBoard). На системной плате располагаются микропроцессор (-ы), оперативная память, постоянная память, базовая система ввода вывода (BIOS), набор интегральных микросхем, управляющих работой элементов системной платы (так называемый чипсет – chipset). На плате также устанавливаются разъёмы для подключения плат расширения, которые содержат контроллеры периферийных устройств, и самих периферийных устройств компьютера (клавиатуры, монитора, принтера, устройств внешней памяти и других). Плата содержит элементы системной магистрали (системного интерфейса) и служит объединительным устройством для центральных и периферийных компонентов компьютера. Параметры системной платы во многом определяют функциональные возможности и производительность компьютера, включая возможность его модернизации. Благодаря принципам модульности, агрегатирования, унификации и стандартизации многие конструктивные и функциональные параметры современных системных плат для IBM-совместимых ПК и микроЭВМ регламентированы международными и отраслевыми стандартами.

Наиболее крупными и известными производителями системных плат для IBM-совместимых компьютеров кроме Intel, AMD и VIA в настоящее время являются компании ASRock, ASUSTeK, Biostar, Foxconn, Gigabyte, MicroStar, SuperMicro. В прежние годы крупными изготовителями системных плат были компании Abit, Acorp, AOpen, Albatron, ASKA, Chaintech, DFI, Elitegroup, EpoX, FIC, Formoza, Iwill, Jetway, Leadtek, LuckyStar, Manli, QDI, PC-Chips, PC-Partners, Polaris, Sapphire, Shuttle, Soltek, Soyo, Tekram, Tiga, Tyan, Zida и многие другие (<https://www.ixbt.com/mainboard/mblinks.html>). Большинство фирм и производственных мощностей по производству системных плат для микроЭВМ и ПК сосредоточено в странах Дальнего Востока и Юго-Восточной Азии: это Китай, Япония, Тайвань, Южная Корея, Малайзия, Сингапур, Гонконг, Филиппины, Таиланд, Индонезия, Вьетнам и др.

Системная плата изготавливается из фольгированного стеклотекстолита, имеет многослойную структуру (до 12 слоев, обычно 4 или 6 слоев). Системные платы окрашиваются в самые различные цвета: жёлтый, зеленый, синий, коричневый, чёрный, красный, белый. Так, например, многие системные платы ASUS и Foxconn имеют желтый цвет, Gigabyte и Albatron – синий, ECS – фиолетовый, Intel и EpoX – зеленый, AsRock и AOpen – черный, MSI – красный, Chaintech – коричневый.

Существуют системные платы двух принципиальных форматов – AT и ATX. Системная плата формата AT в свою очередь имеет несколько типоразмеров: Full-AT (размеры 12x13,8 дюйма или 305x350 мм), Baby-AT (8,57x13,04 дюйма или 220x330 мм), 3/4 Baby-AT (8,57x9,85 дюйма или 220x250 мм), mini-AT (220x170 мм). Производство

системных плат формата АТ и корпусов для них давно прекращено вследствие их полного морального устаревания. Примерный вид системных плат формата АТ показан на рис. 1 и 2.

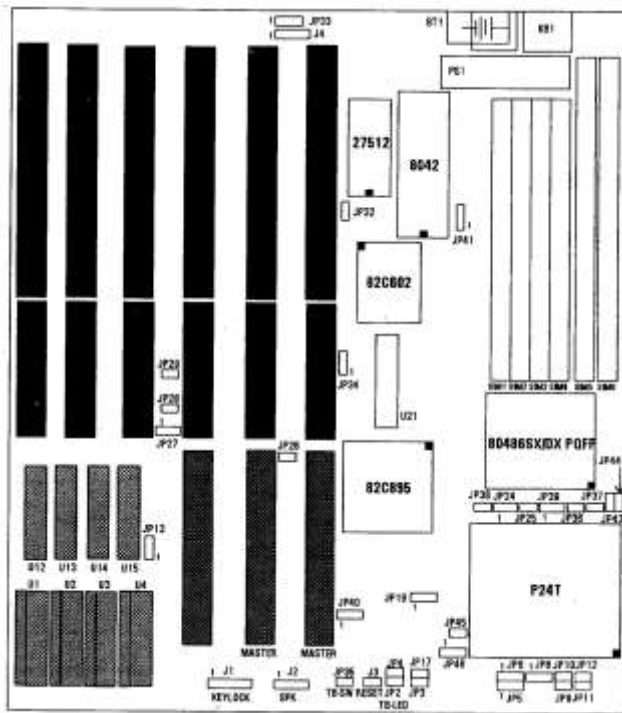


Рис. 1.1. Системная плата формата 3/4 Baby-AT с разъёмом Socket-3

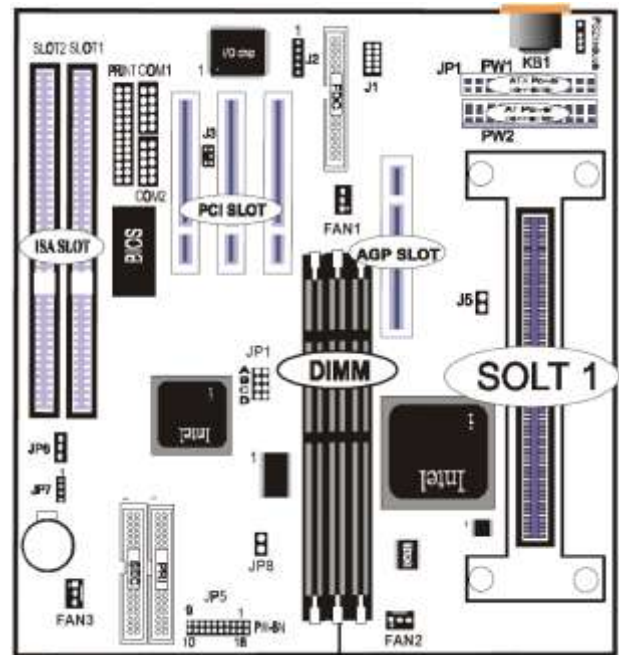


Рис. 1.2. Системная плата формата mini-AT с разъёмом Slot-1

Интерфейсные разъёмы (слоты), или разъёмы расширения, для подключения периферийных устройств могут располагаться в различных местах системной платы формата АТ. Из внешних разъёмов, установленных на системной плате формата АТ, однозначно определено только место разъёма клавиатуры. Положение остальных разъёмов стандартом жестко не задается. Это обстоятельство может приводить к различным трудностям при монтаже платы в корпус. Количество разъёмов на плате АТ обычно не превышает восьми. Для системных плат формата АТ жестко задается только длина плат (размер по стороне задней стенки корпуса 305 и 220 мм соответственно).

Системные платы формата АТХ были предложены фирмой Intel в 1995 г. и стали серийно изготавливаться с 1996 г. Системная плата формата АТХ предназначена для установки в соответствующий корпус типа АТХ. Стандарт АТХ на конструктивное исполнение системной платы и корпуса системного блока определяет иные размеры плат и задает новое расположение ключевых компонентов платы по сравнению с форматом АТ. Максимальные размеры плат АТХ составляют 305×244 мм для полноразмерной платы, для платы mini-АТХ – 284×208 мм и микро-АТХ – 244×244 мм. Для серверных компьютеров предназначены системные платы увеличенных размеров: Extended-АТХ или Е-АТХ (305×330 мм) и WТХ (356×425 мм). Для плат АТХ жестко задается длина (размер по задней кромке 305, 284 или 244 мм), а ширина может быть и меньшей. Примеры системных плат различных разновидностей формата АТХ приведены на рис. 3-8.

Приведем основные особенности компоновки системной платы и корпуса формата АТХ, установленные спецификацией 1995 г.

9. Все внешние разъёмы для подключения клавиатуры и других периферийных устройств сгруппированы у правого заднего края платы (это так называемая *панель ввода-вывода*). Для них в корпусе типа АТХ предусмотрено специальное окно.

10. Микропроцессор может устанавливаться под блоком питания корпуса, и тогда радиатор микропроцессора может обдуваться потоком воздуха от внутреннего вентилятора блока питания.



11. Разъёмы контроллеров дисковых накопителей располагаются, как правило, у правого переднего края платы.

12. Модули оперативной памяти должны устанавливаться в легкодоступном месте.

13. В разъём питания платы введен дополнительный источник питания 3,3 В.

14. Для блока питания определен сигнал программно-управляемого отключения питания. Полное отключение блока питания обеспечивается выключателем, который установлен на задней стенке корпуса блока.

15. Блок питания должен иметь "дежурный" маломощный источник питания +5 В для питания цепей управления энергопотреблением и устройств, активных и в "спящем" режиме (например, факс-модема, способного по звонку от телефонной линии активизировать компьютер).

16. Напряжение питания подается через один 20-выводной разъём (стандарт АТ предусматривает на системной плате два разъёма питания по 6 выводов). Некоторые системные платы переходного периода имеют дополнительный разъём питания типа АТ, но при подключении системной платы к блоку питания типа АТ теряется возможность программного управления блоком питания.

В дальнейшем первоначальные принципы и критерии построения системной платы формата АТХ многократно корректировались, конкретные конструктивные особенности современных системных плат рассматриваются далее.

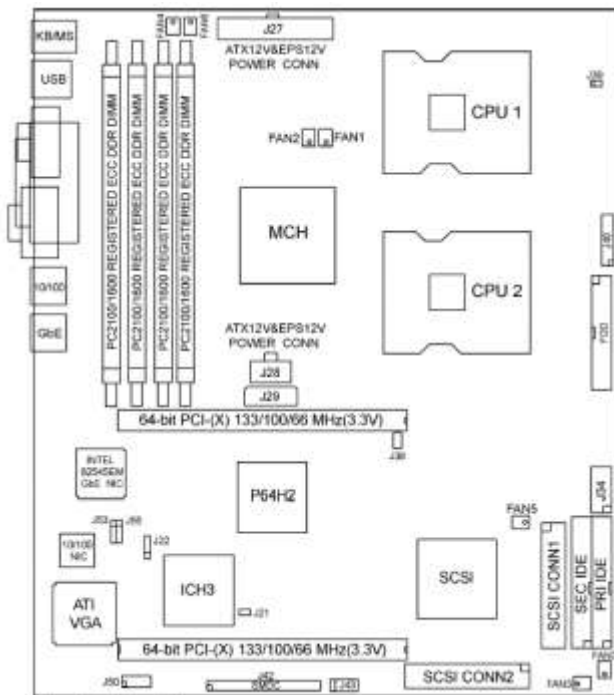


Рис. 3. Серверная системная плата формата EATX с разъёмами Socket-604

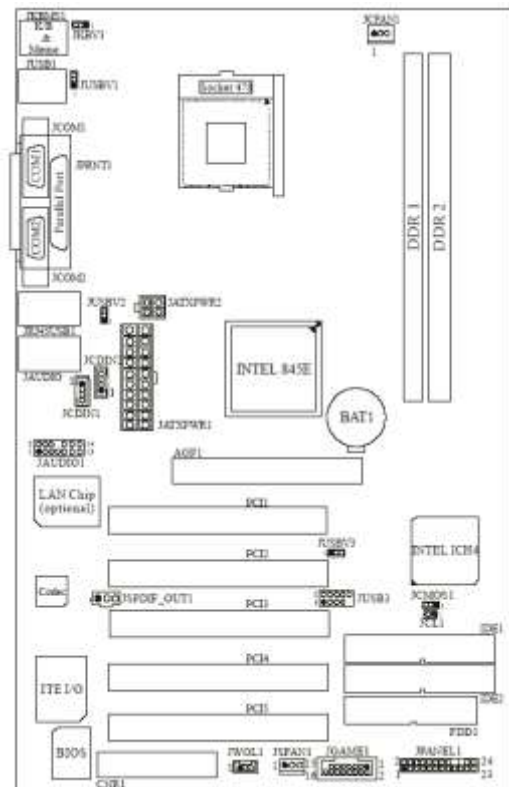


Рис. 4. Системная плата формата АТХ с разъёмом Socket-478

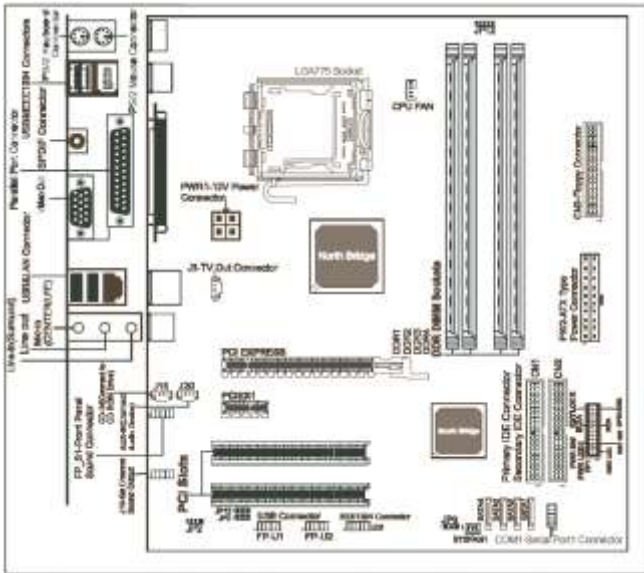


Рис. 5. Системная плата формата micro-ATX с разъёмом LGA-775

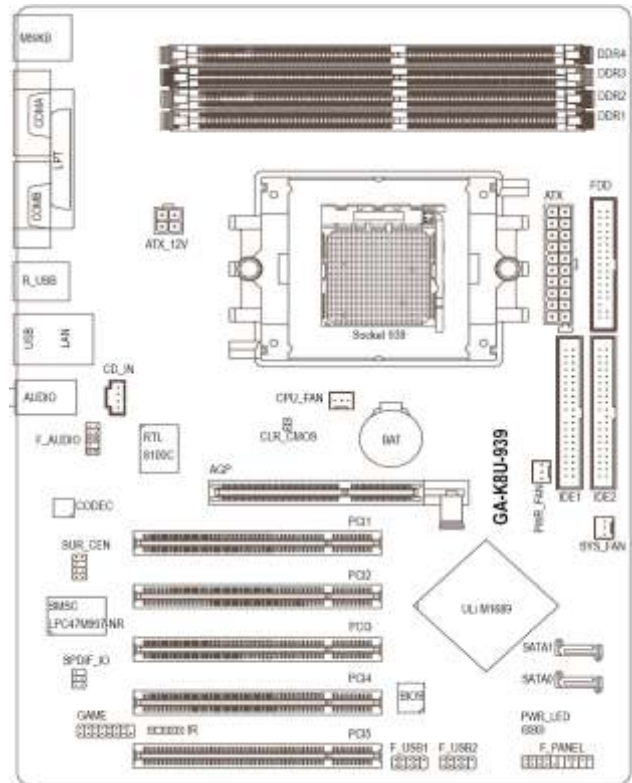


Рис. 6. Системная плата формата ATX с разъёмом Socket-939

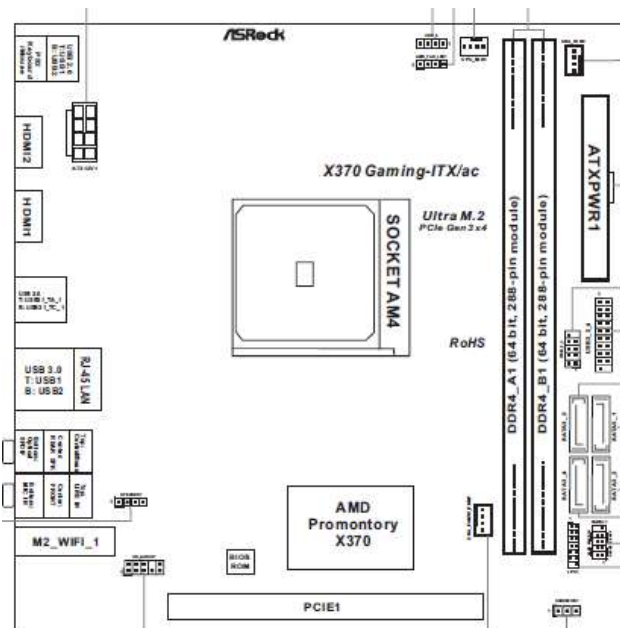


Рис. 7. Системная плата формата mini-ITX с разъёмом Socket-AM4

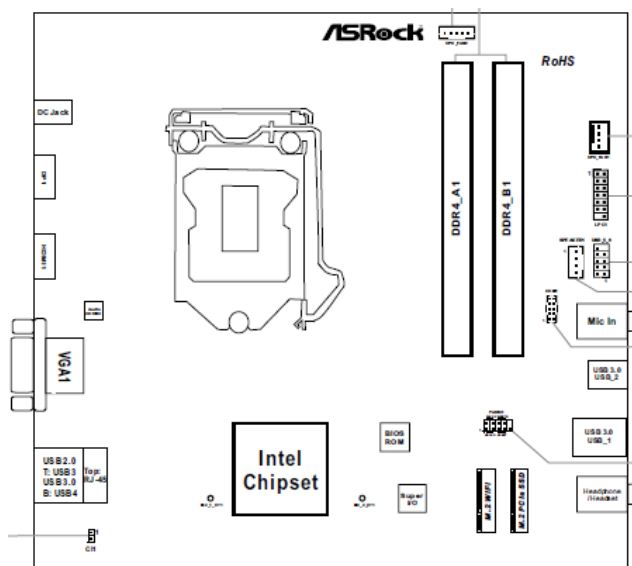


Рис. 8. Системная плата формата mini-STX с разъёмом Socket-1151

Существуют и широко используются в компьютерах общего и промышленного назначения малогабаритные системные платы. Таковыми являются системные платы формата mini-ITX (размеры 170×170 мм), mini-STX (размеры 147×140 мм), nano-ITX (размеры 120×120 мм), pico-ITX (размеры 100×72 мм). Платы Flex-ATX и NLX также предназначены для создания компактных компьютеров и для них также требуются специальные корпуса.

Системная плата снабжена набором установочных отверстий и обычно устанавливается в корпусе системного блока компьютера на специальном шасси или

прикрепляется непосредственно к стенке корпуса с помощью пластмассовых втулок. Эти втулки обеспечивают вертикальную и продольную фиксацию платы. В требуемом положении плата окончательно закрепляется на шасси одним или несколькими винтами (до 6-8 винтов), завинчиваемыми в соответствующие резьбовые отверстия шасси или корпуса. Система посадочных отверстий системных плат в компьютерных корпусах регламентируется соответствующими стандартами.

Рассмотрим далее основные элементы, которые присутствуют на системной плате IBM-совместимого компьютера.

0. *Микропроцессор.* Микропроцессор на системной плате всегда присутствует, если он припаян к плате и замене не подлежит. Такая установка микропроцессора характерна для малогабаритных системных плат, предназначенных для встраиваемых и мобильных компьютеров. Как правило, в этом случае микропроцессор снабжается каким-либо охлаждающим устройством (радиатором и вентилятором либо только радиатором).

1. *Разъём для микропроцессора.* Наличие на системной плате разъёма для установки микропроцессора предполагает определённую универсальность системной платы и возможность замены микропроцессора пользователем в процессе эксплуатации компьютера. С типом данного разъёма тесно связан тип корпуса микропроцессора. Микропроцессоры Intel 8086 и 8088 и их клоны выпускались в 40-выводных прямоугольных пластмассовых корпусах DIP (Dual Inline Package) с двухрядным расположением выводов. Как правило, они припаивались непосредственно на системную плату либо устанавливались в соответствующий разъём ("кровать").

Микропроцессор Intel 80286 был выпущен в квадратном керамическом корпусе PGA (Pin Grid Array) с 68 выводами. Микропроцессор Intel 80386 изготавливался в корпусе PGA-132 (132 вывода), а микропроцессор Intel 80486 и его модификации – в корпусе PGA-168 (168 выводов). Корпус PGA имеет позолоченные выводы, расположенные в ряд перпендикулярно плоскости разъёма. Для их установки на системную плату предназначался соответствующий разъём (socket) LIF (Low Insertion Force). При этом часть микропроцессоров 80386 и 80486 выпускались в металлокерамических или пластмассовых корпусах LCC (Leadless Chip Carrier) и в пластмассовых корпусах PQFP (Plastic Quad Flat Pack), которые припаивались непосредственно к контактным площадкам системной платы. Многие современные микропроцессоры имеют корпуса без проволочных выводов типа BGA (Ball Grid Array).

Появление многочисленных модификаций и клонов популярного в свое время микропроцессора 80486 привело к созданию универсальных системных плат, которые позволяют работать с микропроцессорами различных типов. Так, например, универсальные системные платы с разъёмом Socket-3 могли работать с микропроцессорами 80486DX/DX2/DX4/DX5/SX/SX2 с тактовыми частотами 25, 33, 40, 50, 66, 75, 80, 100, 120 и 133 МГц и различных производителей (Intel, AMD, Cyrix, UMC, IBM, SGS-Thomson, Texas Instruments и др.). С целью оперативной замены микропроцессора был разработан разъём типа ZIF (Zero Insertion Force) для микропроцессорных корпусов PGA. Разъёмы ZIF получили исключительное распространение в универсальных системных платах, так как позволяют устанавливать микросхему с большим числом выводов практически без усилий. Для этого разъём снабжен специальным поворотным рычажком для управления механическим замком выводов микросхемы. До создания универсального разъёма ZIF универсальные системные платы содержали процессорный разъём LIF (Low Insertion Force), в котором не было механизма зажима-разжима микропроцессора.

В таблице 1 приведены основные параметры разъёмов для микропроцессоров фирм Intel, AMD и их клонов.

Таблица 1

## Типы процессорных разъёмов

Наименование разъёма	Тип устанавливаемого микропроцессора	Число выводов
Socket-1	80486	168/169
Socket-2	80486, Pentium OverDrive	238
Socket-3	80486, Pentium OverDrive	237
Socket-4	Pentium 60, 66 МГц	273
Socket-5	Pentium 75, 90, 100 МГц	320
Socket-6	Pentium OverDrive	235
Socket-7, Super Socket 7	Pentium 75 – 200 МГц, Pentium MMX; AMD K5, K6, K6-2, K6-III; Cyrix Cx6x86, MI, MII; IDT C6, WinChip; Rise mP6; VIA	321
Socket-8	Pentium Pro	387
Slot-1	Pentium II, Pentium III, Celeron	242
Slot-2	Pentium II Xeon, Pentium III Xeon	330
Slot-A	AMD K7 (Athlon)	242
Socket-A	AMD Athlon, Athlon XP/MP, Duron, Sempron	462
Socket-370	Pentium III, Celeron, VIA-Cyrix, VIA C3	370
Socket-423	Pentium 4 (Willamette)	423
Socket-478	Pentium 4 (Northwood, Prescott), Celeron	478
Socket-479	Pentium M, Celeron M	468
Socket M	Mobile Core Solo, Mobile Core Duo, Mobile Core 2 Duo	478
Socket P	Mobile Core 2 Duo	478
Socket-F (Intel)	Pentium 4 Xeon	603/604
Socket-754	Athlon 64, Sempron	754
Socket-939	Athlon 64, Athlon FX, Athlon 64 X2, Opteron, Sempron	939
Socket-940	Opteron, Athlon 64 X2	940
Socket AM2 Socket AM2+	Athlon 64, Athlon 64 FX, Athlon 64 X2, Opteron, Sempron	940
Socket AM3 Socket AM3+	Athlon II, Phenom, Phenom II, FX, Opteron, Sempron	940
Socket FM1	AMD APU	905
Socket FM2 Socket FM2+	AMD APU, Athlon	904
Socket FS1	AMD APU	722
Socket AM1	AMD APU Athlon, Sempron	721
Socket AM4	AMD APU, AMD Ryzen 3, 5, 7	1331
Socket TR4	AMD Ryzen Threadripper	4094
Socket T	Pentium 4 (Prescott), Pentium D, Celeron D, Core 2 Duo, Core 2 Quad	775
Socket J	Xeon	771
Socket B	Core i7	1366
Socket B2	Core i7 (Sandy Bridge)	1356
Socket H	Core i3, Core i5, Core i7, Pentium G, Celeron	1156
Socket H2	Core i3, Core i5, Core i7, Pentium G, Celeron	1155
Socket H3	Core i3, Core i5, Core i7, Pentium G, Celeron	1150
Socket 1151	Core i3, Core i5, Core i7, Pentium G, Celeron	1151
Socket R	Core i7	2011
Socket R3	Core i7	2011

Наименование разъёма	Тип устанавливаемого микропроцессора	Число выводов
Socket R4	Core i7, Core i9	
Socket 441	Atom	441
Socket G1	Mobile Core i3, Core i5, Core i7, Pentium, Celeron	988
Socket G2	Mobile Core i3, Core i5, Core i7, Pentium, Celeron (Sandy Bridge, Ivy Bridge)	988
Socket G3	Mobile Core i3, Core i5, Core i7, Pentium, Celeron (Haswell, Broadwell)	947
Socket F Socket F+ (AMD)	Opteron	1207
Socket C32	Opteron	1207
Socket SP3	Opteron	
Slot-M	Itanium, Itanium 2	
Socket TW	Itanium (Tukwila)	1248
Socket LS	Xeon MP	1567
Socket G34	Opteron	1974
Socket P	Xeon	3647

Процессорные разъёмы типа LGA (Land Grid Array), предложенные фирмой Intel, в отличие от разъёмов и корпусов типа PGA содержит вертикально расположенные штыревые контакты. Корпус микропроцессора при этом имеет соответствующие контактные площадки. Аналогичный разъём использует и фирма AMD для своих серверных процессоров.

Как правило, на системной плате рядового компьютера присутствует один процессорный разъём. Для системных плат с разъёмом Slot-1 выпускались специальные адаптеры (переходные платы), которые позволяли устанавливать микропроцессоры в исполнении Socket-370. Некоторые универсальные системные платы однопроцессорного назначения имеют одновременно два разъёма, например, Slot-1 и Socket-370 или Slot-1 и Slot-2.

Для высокопроизводительных компьютеров специального назначения (сетевые серверы, мощные рабочие станции) предназначены системные платы, поддерживающие одновременную работу двух или четырёх процессоров и имеющие соответственно два или четыре процессорных разъёма, например, 2×Socket-7, 2×Socket-8, 2×Slot-1, 2×Socket-370, 2×Socket-A, 2×Socket-603, 2×Socket-R. При этом возможна работа такой системной платы только с одним микропроцессором. Четыре разъёма для установки микропроцессоров Xeon или Opteron имеют наиболее дорогие системные платы для сборки мощных компьютеров.

Применение специальных охлаждающих устройств для корпусов микропроцессоров стало необходимым, когда их тактовая частота достигла и превысила уровень 50 МГц. На микропроцессор, установленный в разъём системной платы, обычно прикрепляется охлаждающее устройство в виде радиатора с установленным на нем охлаждающим вентилятором, в некоторых случаях для особо мощных систем процессорных вентиляторов может быть два. Для установки радиатора процессорный разъём может быть снабжен выступами для крепления радиатора. С этой же целью на системной плате в районе процессорного разъёма может быть предусмотрены 4 отверстия и/или специальные направляющие для установки охлаждающего устройства. Многие современные системные платы с обратной стороны в районе процессорного разъёма снабжаются металлической пластиной с целью повышения жёсткости платы при монтаже тяжёлых охлаждающих устройств. Радиаторы обычно изготавливаются из алюминия или меди; часто используется комбинированная конструкция радиатора: медный сердечник, непосредственно соприкасающийся с корпусом микропроцессора, и охватывающий его алюминиевый радиатор.

Микропроцессоры, выполненные под разъем Slot-1, Slot-2 или Slot-A, устанавливаются на отдельную печатную плату вместе с микросхемами внешней кэш-памяти. Такой процессорный модуль устанавливается в свою очередь в специальный корпус (картридж), на котором закрепляется охлаждающее устройство (радиатор с вентилятором).

2. *Разъем под арифметический (математический) сопроцессор.* Такой разъем может присутствовать только на устаревших системных платах для микропроцессоров 8086, 8088, 80286 80386, 80486SX, которые ещё не имели встроенного устройства обработки вещественных чисел с плавающей запятой. Кроме арифметических сопроцессоров Intel существовали совместимые сопроцессоры AMD, Cyrix, ITT, C&T, ULSI, Weitek. Микросхемы сопроцессоров имели унифицированное обозначение типа 80x87 или x87.

3. *Разъемы под оперативную память.* Современные системные платы для настольных и портативных компьютеров имеют, как правило, стандартные разъемы для модулей оперативной памяти. Основные технические параметры разъемов ОЗУ приведены в табл. 2 (в скобках указана разрядность шины данных модуля с учетом возможных контрольных битов).

Таблица 2

Основные параметры разъемов оперативной памяти

Тип разъема	Число выводов	Тип выводов	Разрядность шины данных, бит	Типы поддерживаемой памяти
SIPP	30	Штыревые	8 (9)	DRAM, FPM DRAM
SIMM-30	30	Ножевые	8 (9)	DRAM, FPM DRAM
SIMM-72	72	Ножевые	32 (36)	FPM DRAM, EDO DRAM
DIMM-168	168	Ножевые	64 (72 80)	EDO DRAM, SDRAM
DIMM-184	184	Ножевые	64 (72, 80)	DDR SDRAM
DIMM-240	240	Ножевые	64 (72, 80)	DDR2 SDRAM
DIMM-240	240	Ножевые	64 (72, 80)	DDR3 SDRAM
DIMM-288	288	Ножевые	64 (72, 80)	DDR4 SDRAM
SO-DIMM-144	144	Ножевые	64 (72, 80)	FPM DRAM, EDO DRAM, SDRAM
SO-DIMM-200	200	Ножевые	64 (72, 80)	DDR SDRAM, DDR2 SDRAM
SO-DIMM-204	204	Ножевые	64 (72, 80)	DDR3 SDRAM
SO-DIMM-260	260	Ножевые	64 (72, 80)	DDR4 SDRAM
RIMM	184	Ножевые	16 (18)	Rambus DRAM

На различных системных платах обычно присутствует 2-8 разъемов SIPP или SIMM-30, 1-6 разъемов SIMM-72, 2-8 разъемов DIMM, 2-4 разъема RIMM. Как правило, системные платы рассчитаны на установку одного вида оперативной памяти или, что гораздо реже, двух видов. Так, например, системные платы для микропроцессоров 80386 обычно имели 4 или 8 разъемов SIMM-30; системные платы для микропроцессоров 80486 могли иметь 4 или 8 разъемов SIMM-30 либо 4 разъема SIMM-30 и 2 разъема SIMM-72. Многие системные платы для микропроцессоров Pentium и некоторые платы для Pentium II обычно предусматривали 4 разъема SIMM-72 и 1-2 разъема DIMM-168, но некоторые немногие платы оснащались разъемами RIMM. Большинство системных плат для Pentium III содержат только разъемы памяти DIMM-168, некоторые платы оснащались уже разъемами DIMM-184. Большинство плат для Pentium 4 имеют только разъемы DIMM-184 и гораздо реже разъемы DIMM-168 или RIMM. Системные платы для микропроцессоров семейств Core, Xeon, Athlon, Ryzen оснащаются разъемами DIMM-240 или DIMM-288.

Во многих системных платах имеются комбинации различных разъёмов под оперативную память. Так, такие платы для микропроцессоров Pentium 4 и Athlon имели по два разъёма DIMM-168 и DIMM-184, предназначенных для установки модулей памяти типа SDRAM или DDR SDRAM соответственно. Некоторые системные платы с процессорным разъёмом LGA-775 или Socket-939 имеют по паре разъёмов DIMM-184 и DIMM-240 с целью обеспечения работы с модулями памяти DDR SDRAM и DDR2 SDRAM. Также существуют более современные системные платы с процессорными разъёмами LGA-1151, оснащённые разъёмами для модулей памяти типа DDR3 SDRAM и DDR4 SDRAM. Как правило, системные платы, оснащённые разнотипными разъёмами для модулей оперативной памяти, не могут одновременно работать с оперативной памятью разных типов.

Малогабаритные системные платы часто оснащаются разъёмами типа SO-DIMM для установки соответствующих модулей памяти. Таких разъёмов на системных платах устанавливается от 1 до 4.

Во многих мобильных компьютера (ноутбуки, планшеты и другие подобные) микросхемы оперативной памяти непосредственно припаиваются к системной плате. В таком случае модернизация оперативной памяти в компьютере уже невозможна. Существуют также решения, когда микросхемы исходного объёма оперативной памяти (например, 4 или 8 Гбайт) распаяны на системной плате, а для увеличения этого объёма на плате предусматривается стандартный разъём типа SO-DIMM.

*4. Микросхемы кэш-памяти.* Кэш-память процессора уже многие годы является неотъемлемым элементом вычислительной системы, обеспечивающей её высокое быстродействие. В современных микроЭВМ и ПК кэш-память имеет два или три уровня и полностью интегрирована в структуру микропроцессора. Такое решение было впервые реализовано в микропроцессорах Pentium Pro (1995 г.). В ранних моделях системных плат в эпоху микропроцессоров 80386, 80486, Pentium кэш-память была внешней по отношению к микропроцессору.

Микросхемы внешней кэш-памяти устанавливались на большинстве системных плат с микропроцессорами типов 80386, 80486 и Pentium. Это были микросхемы статической оперативной памяти типа SRAM с типичным временем доступа 10-20 мс. Объём кэш-памяти, устанавливаемой на системной плате для микропроцессоров 80386, обычно составлял 32, 64 или 128 Кбайт, а для микропроцессоров 80486 – 64, 128 или 256 Кбайт. Для микропроцессоров типа Pentium объём кэш-памяти второго уровня, устанавливаемой на системной плате, составляет 256 или 512 (реже 1024) Кбайт. Количество микросхем кэш-памяти варьировалось от двух до восьми плюс одна микросхема для хранения служебной информации. Микросхемы SRAM имели маркировку ISSI, Winbond, UMC, EliteMT и др.

Необходимо отметить, что в 1990 гг. недобросовестные изготовители недорогих системных плат для микропроцессоров 80486 оснащали свои изделия муляжами микросхем кэш-памяти вместо реальных дорогостоящих микросхем SRAM. В результате кэш-память на системной плате фактически отсутствовала, но плата сохраняла свою работу, хотя при этом производительность установленного на ней микропроцессора резко снижалась относительно нормативного уровня. В более благоприятных случаях на системных платах устанавливался объём кэш-памяти, уменьшенный относительно спецификации системной платы: например, вместо заявленных 256 Кбайт кэш-памяти фактически присутствовало 128 Кбайт, хотя маркировка микросхем соответствовала объёму 256 Кбайт. Для выявления указанных подделок были разработаны специальные программные средства. С появлением микропроцессоров Pentium Pro, Pentium II и более поздних моделей такие подделки стали невозможными.

На некоторых системных платах для микропроцессоров Pentium (с разъёмом Socket-5 или Socket-7) присутствовал специальный разъём обычно коричневого цвета для установки сменного модуля COAST (Cache On A Stick) с микросхемами дополнительной кэш-памяти; его ёмкость обычно составляла 256 (реже 512) Кбайт. При наличии разъёма COAST

микросхемы кэш-памяти могли отсутствовать, поэтому установка модуля COAST на такую системную плату являлось, как правило, обязательной операцией.

*5. Разъёмы интерфейса PCI.* Интерфейс PCI в прошлые годы являлся основным средством для подключения к системным платам плат расширения с контроллерами периферийных устройств. В системных платах для компьютеров настольного применения используются 32-разрядные разъёмы интерфейса PCI, а для серверных компьютеров – 64-разрядные. 32-разрядный разъём PCI содержит 124 контакта (два ряда по 62 контакта) с шагом 0,05 дюйма и расположен несколько дальше от переднего края системной платы, чем разъёмы ISA и EISA. 64-разрядный разъём PCI имеет 188 контактов (два ряда по 94 контакта). Тактовая частота интерфейса PCI – 33,3 или 66,6 МГц.

Разъёмы PCI обычно имеют белый цвет. Количество разъёмов PCI на системной плате – от одного до шести. Разъём PCI может иметь одну или две перемычки, или ключа, с помощью которых кодируется напряжение питания, подаваемое на устанавливаемую плату расширения. Они не позволяют установить плату в разъём с несоответствующим напряжением питания. Наличие передней перемычки соответствует напряжению питания 3,3 В, задней перемычки – 5 В. Универсальный разъём PCI не имеет перемычек.

В современных системных платах разъёмы интерфейса PCI отсутствуют, так как интерфейс PCI практически полностью вытеснен более эффективным интерфейсом PCI-Express.

*6. Разъёмы интерфейса PCI-X.* Интерфейс PCI-X является модификацией интерфейса PCI. Он имеет разрядность шины данных 64 бита и предусматривает тактовую частоту 66, 100 и 133 МГц. Разъём PCI-X щелевого типа является аналогом 64-разрядного разъёма PCI с напряжением питания 3,3 В или 1,5 В. Разъёмы интерфейса PCI-X длиннее разъёмов PCI, обычно имеют белый цвет и присутствуют, как правило, на системных платах, предназначенных для мощных компьютеров (сетевые серверы, графические станции) на базе процессоров Хеон или аналогичных. Количество разъёмов PCI-X на системных платах может быть от 1 до 4.

*7. Разъёмы интерфейса PCI-Express.* Интерфейс PCI-Express (или PCI-E) в настоящее время позиционируется производителями компьютерной техники как альтернатива интерфейсам PCI и PCI-X. В результате интерфейс PCI-E полностью вытеснил интерфейсы PCI и AGP из современных системных плат. В настоящее время разъёмы интерфейса PCI-E устанавливаются практически на всех системных платах, начиная с формата mini-ITX и более крупных (на миниатюрных системных платах разъёмы расширения отсутствуют). При этом на системной плате наряду с разъёмами PCI могут присутствовать следующие разъёмы PCI-E:

- от одного до четырёх коротких разъёмов PCI-E 1x;
- один или два разъёма средней длины PCI-E 4x или PCI-E 8x;
- один, два или четыре длинных разъёма PCI-E 16x.

Разъём 16x обычно предназначен для установки видеоадаптера, а разъёмы 1x, 4x и 8x – для установки контроллеров периферийных устройств. Параметр 1x, 4x, 8x, 16x обозначает количество параллельно работающих каналов интерфейса и определяет максимальную пропускную способность интерфейса. Разъём PCI-E 16x может иметь специальный фиксатор для дополнительного крепления платы видеоадаптера. Спецификация разъёма PCI-E 16x не позволяет передавать через него электрическую мощность более 75 Вт. Отметим также, разъём PCI-Express 16x может поддерживать менее 16 линий интерфейса в зависимости от возможностей чипсета и с целью совместимости с видеоадаптерами, имеющими разъём типа 16x.



8. *Разъём интерфейса AGP (Accelerated Graphics Port)*. Данный интерфейс, предложенный в 1997 г. фирмой Intel для системных плат для Pentium II и последующих Pentium III и Pentium 4, предназначен только для установки видеоадаптера. Некоторые производители устанавливали применяли интерфейс AGP на системных платах с процессорным разъёмом Super Socket-7.

По сравнению с интерфейсом PCI интерфейс AGP имеет более высокую пропускную способность при тактовой частоте 66 МГц. Разъём AGP содержит четыре ряда контактов по 62 или 66 контактов в каждом ряду (всего 128 или 132 контакта). Как правило, разъём AGP имеет коричневый цвет. Количество разъёмов AGP на системной плате – только один. Разъём AGP может иметь одну или две перемычки (перегородки), с помощью которых кодируется напряжение питания, которое должно подаваться на видеоадаптер. Передняя перемычка соответствует напряжению питания 3,3 В, задняя перемычка – 1,5 В. Универсальный разъём AGP таких перемычек не имеет. Разъём AGP Pro имеет одну или две дополнительные секции (всего 48 контактов), предназначенных для подачи напряжения питания видеоадаптеру с большим энергопотреблением (от 50 до 110 Вт). Разъём AGP может иметь специальный фиксатор для дополнительного крепления платы видеоадаптера. С 1997 г. было разработано четыре варианта интерфейса AGP (спецификации AGP 1.0, 2.0 и 3.0) в зависимости от скорости передачи данных: 1x, 2x, 4x и 8x. После 2003 г. развитие интерфейса AGP прекратилось с появлением в системных платах первой версии интерфейса PCI-Express.

На некоторых системных платах производства ASRock формата micro-ATX вместо разъёма AGP присутствовал внешне похожий разъём интерфейса *AGI (Accelerated Graphics Port)*. Интерфейс AGI позволял устанавливать видеоадаптеры с интерфейсом AGP 4x/8x на системные платы с чипсетом, который не поддерживал интерфейс AGP. Для этого специальная микросхема, которая преобразовывала сигналы интерфейса PCI в сигналы интерфейса AGP. При этом передача данных через более медленную шину PCI и преобразователь интерфейса PCI-AGI сильно замедляла работу видеоадаптера.

Аналогичное решение недолго использовала и компания ECS, разработавшая интерфейс AGP Express, в котором сигналы интерфейса PCI-Express преобразовывались в сигналы интерфейса AGP. При этом на системной плате могли одновременно присутствовать разъёмы AGP 8x и PCI-Express 16x с возможностью одновременной работы двух видеоадаптеров. Но и это техническое решение было временным и также не обеспечивало высокой скорости работы видеоадаптера с разъёмом PCI-Express.

9. *Разъём интерфейса ISA*. Интерфейс ISA присутствует только на устаревших системных платах вплоть до микропроцессоров Pentium 4. Разъёмы интерфейса ISA обычно имеют черный цвет. Существуют две разновидности разъёмов – ISA-8 и ISA-16, где число обозначает разрядность шины данных в битах. Разъёмы ISA-8 применялись на системных платах компьютеров типа PC/XT, а также на некоторых системных платах компьютеров типа PC/AT с микропроцессорами типа 80286, 80386 и 80486. Разъёмы ISA-16 применяются на компьютерах типа PC/AT, начиная с микропроцессоров 80286. Конструктивно разъём ISA-16 состоит из двух целевых секций с шагом контактов 0,1 дюйма. Первая секция (62 контакта, два ряда, содержащие 31 контакт каждый) соответствует разъёму интерфейса ISA-8, а вторая (36 контактов, два ряда по 18 контактов) расширяет шину данных ISA до 16 бит. Максимальное количество разъёмов ISA на системной плате – 8. В более современных системных платах разъём интерфейса ISA уже не устанавливается, в платах прежних лет выпуска устанавливалось от 1 до 8 разъёмов ISA.

Современная реализация интерфейса ISA для промышленных компьютеров получила наименование PC-104.

10. *Разъём интерфейса EISA*. Интерфейс EISA был предложен производителями компьютерной техники в 1989 г. как замена интерфейсу ISA. Обычный цвет разъёма EISA – черный. Внешне соответствуют разъёмам ISA-16. Конструктивно разъём EISA совместим с

платами стандарта ISA. Максимальное количество разъёмов на системной плате – 8. Интерфейс применялся с микропроцессорами типа 80386, 80486 и Pentium. Интерфейс EISA оказался более дорогим в реализации по сравнению с интерфейсом ISA и был вытеснен более прогрессивным интерфейсом PCI и его клонами; в современных IBM-совместимых компьютерах не применяется.

11. *Разъём интерфейса VLB (VESA Local Bus)*. Данный интерфейс был популярен в 1993-1996 гг. в системных платах для микропроцессоров 80486. Разъём VLB устанавливаются сзади разъёмов ISA-16 (см. рис. 3). Разъём содержит 112 контактов (два ряда по 56 контактов) с шагом 0,05 дюйма, обычно имеет коричневый цвет, количество разъёмов на плате – от одного до трех. С появлением микропроцессоров Pentium и развитием интерфейса PCI интерфейс VLB прекратил свое существование, несмотря на разработку ассоциацией VESA спецификации 2.0 специально для микропроцессоров Pentium.

12. *Разъёмы AMR (Audio/Modem Riser), CNR (Communications and Networking Riser), ACR (Advanced Communications Riser)*. Эти разъёмы предназначены для установки упрощённых версий модемов, звуковых и сетевых адаптеров, основные функции которых исполняются чипсетом системной платы или микропроцессором. Такие разъёмы присутствуют на системных платах для микропроцессоров поколений Pentium II, Pentium III и Pentium 4. В более современные системные платы данные разъёмы уже не устанавливаются.

Интерфейс AMR был разработан Intel. Физически разъём AMR содержит 46 контактов, расположенных двумя рядами, и имеет коричневый цвет. Впоследствии интерфейс AMR был заменён другими аналогичными решениями: CNR и ACR. Разъём CNR также был разработан Intel и имеет два ряда по 30 контактов. Интерфейс ACR был разработан группой компаний, включающей 3COM, AMD, VIA Technologies, Lucent Technologies, как конкурент интерфейса AMR. Интерфейс ACR использовал стандартный 120-контактный разъём PCI белого цвета, устанавливаемый на системной плате "вверх ногами", сохраняя обратную совместимость с 46-контактными AMR-картами.

13. *Разъёмы интерфейса USB*. Интерфейс USB стал применяться в системных платах с 1995 г., начиная с микропроцессоров Pentium. Современные системные платы имеют от 2 до 12 портов USB спецификации 1.0, 2.0, 3.0, 3.1, 3.2. Спецификация USB 1.0 быстро была заменена USB 2.0.

Порты USB могут быть двух типов – разъём типа А (плоский), который устанавливается на системной плате, и разъём типа В (квадратный), который обычно устанавливается на периферийных устройствах. Контроллер интерфейса USB, как правило, встроен, в "южный мост" чипсета, однако некоторые системные платы имеют контроллер USB в виде отдельной микросхемы. Микросхема дополнительного контроллера USB 3.0 имеет обозначения VIA, Etron, ASMedia, NEC, Renesas.

Основные разъёмы USB размещаются на панели ввода-вывода системной платы. Для подключения дополнительных разъёмов USB на системной плате обычно присутствуют соответствующие разъёмы. Спецификация USB 3.2 предусматривает универсальный разъём типа С.

14. *Разъём RG45*. Этот 8-контактный разъём предназначен для подключения сетевого кабеля типа "витая пара" (UTP). Присутствует на системных платах с интегрированным сетевым контроллером Ethernet. На некоторых современных системных платах устанавливается два разъёма RG-45 для сетей Fast Ethernet и Gigabit Ethernet соответственно. В корпусе разъёма RG-45 часто монтируются два миниатюрных светодиодных индикатора, предназначенных для контроля работоспособности сетевого адаптера. Наиболее часто в системных платах используются микросхемы сетевых контроллеров фирм Intel, 3COM,

Realtek, Marvell, VIA. В эксклюзивных системных платах могут присутствовать контроллеры типа 10G Ethernet.

15. *Разъём RG11*. Он имеет 4 контакта и предназначен для подключения компьютера к телефонной сети. Разъём присутствует только на системных платах, в которые интегрирован аналоговый (Dial-Up) модем. Интегрированный модем может быть встроен в чипсет либо выполнен в виде отдельной микросхемы. Данное решение встречалось, в частности, в отдельных системных платах с процессорным разъёмом Socket-370. Интегрированные модемы ранее присутствовали практически во всех системных платах для ноутбуков. После 2010 г. аналоговые модемы быстро вышли из употребления.

16. *Интегрированный видеоконтроллер* может быть встроен в чипсет, выполнен в виде отдельной микросхемы (см. рис. 5) или находиться в структуре микропроцессора. Основным интерфейсом для подключения монитора некогда являлся разъём VGA. Этот разъём типа DB-15S, или D-Sub, имеет 15 контактов, расположенных в три ряда. Некоторые системные платы с интегрированным видеоконтроллером были оснащены двумя разъёмами VGA с целью одновременного подключения двух мониторов к одному компьютеру. В других случаях выходом интегрированного видеоконтроллера может быть разъём DVI (разновидности – DVI-D и DVI-I). Большинство современных микропроцессоров, которые оснащены интегрированными видеоконтроллерами, соединяются с дисплеями и мониторами только при помощи интерфейсов HDMI и DisplayPort (DP). Отметим также, что некоторые системные платы с интегрированным видеоконтроллером могут быть оснащены 1-2 микросхемами выделенной видеопамяти, но, как правило, в качестве видеопамяти используется часть оперативной памяти компьютера в соответствии с технологией UMA (Unified Memory Area). Если микропроцессор не оснащён интегрированным видеоконтроллером, то разъёмы VGA, DVI, HDMI, DP (если они присутствуют на системной плате) не могут быть задействованы.

17. *Разъём TV-Out*. Данный разъём присутствует на некоторых моделях системных плат с интегрированным видеоконтроллером. Интерфейс этот аналогового типа, предназначен он для подключения к компьютеру бытового телевизора в качестве монитора. Представляет собой коаксиальный разъём либо 4- или 7-контактный соединитель mini-DIN типа S-Video. В настоящее время аналоговый интерфейс TV-Out вытеснен более эффективными цифровыми интерфейсами HDMI и DisplayPort, которые позволяют передавать одновременно и видеоданные, и аудиоданные.

18. *Контроллер накопителей на гибких магнитных дисках*. Этот контроллер начал встраиваться в системные платы с интерфейсом PCI, начиная с микропроцессора 80486. Выход интерфейса – один 34-контактный разъём (два ряда по 17 штыревых контактов) для подключения накопителя с помощью плоского кабеля. Архитектура компьютеров PC и PC/XT предусматривала четыре привода для гибких магнитных дисков. Архитектура PC/AT предусматривает только два дисководов для гибких магнитных дисков с идентификаторами А: и В:. Некоторые системные платы не поддерживают работу с приводами формата 5,25 дюйма или поддерживают только один привод формата 3,5 дюйма. В современных системных платах данный контроллер не применяется и соответствующий разъём отсутствует вследствие неактуальности гибких магнитных дисков как носителей информации.

17. *Контроллер интерфейса Parallel-ATA (PATA)*. Контроллер PATA ещё недавно был интегрирован практически во все современные системные платы с интерфейсом PCI, начиная с микропроцессора 80486. Выходы контроллера – это обычно два 40-контактных разъёма (в каждом разъёме два ряда по 20 штыревых контактов) с наименованиями Primary (первичный) и Secondary (вторичный) для подключения устройств с помощью плоских

кабелей 40- или 80-проводных кабелей длиной не более 18 дюймов (около 45 см). К ним могут подключаться до четырех "винчестерских" накопителей или приводов CD/DVD. Реже к контроллеру PATA подключаются накопители на магнитной ленте, магнитооптических дисках и накопители типа ZIP и LS-120. Контроллер PATA обычно встроен в "южный мост" чипсета, реже может быть выполнен в виде отдельной микросхемы. В некоторых системных платах присутствовали четыре разъёма PATA, при этом третий и четвёртый разъёмы интерфейса имели наименования Ternary и Quaternary соответственно.

18. *Контроллер интерфейса Serial-ATA (SATA).* Интерфейс SATA – это радиальный интерфейс последовательного типа, предназначенный для подключения "винчестерских" накопителей и приводов оптических дисков. Он уже полностью заменил интерфейс PATA. Контроллер интерфейса SATA обычно интегрируется в "южный мост" чипсета или выполняется в виде отдельной микросхемы (либо и то, и другое). Для подключения накопителей с помощью интерфейса SATA на системной плате может быть установлено от 2 до 8 разъёмов. Для подключения устройств используется более удобный, чем кабель PATA, плоский 7-проводной кабель длиной до 1 м.

Существуют три спецификации интерфейса SATA: SATA-I с максимальной пропускной способностью 150 Мбайт/с, SATA-II (300 Мбайт/с) и SATA-III (600 Мбайт/с).

Некоторые системные платы оснащаются разъёмом eSATA, предназначенным для подключения внешних накопителей с интерфейсом Serial-ATA. Этот разъём обычно располагается в районе панели интерфейсных разъёмов системной платы ATX.

19. *Контроллер интерфейса SCSI.* Контроллер SCSI (Small Computer System Interface) предназначен главным образом для подключения дисковых накопителей, реже – накопителей на оптических дисках или сканеров. Он присутствует на системных платах, предназначенных для использования в высокопроизводительных компьютерах, работающих, например, в качестве сетевого сервера или графической станции. Контроллер SCSI, интегрированный в системную плату, обычно выполнен в виде отдельной микросхемы, выход контроллера – один 50- или 68-контактный разъём для присоединения плоского кабеля. Основным производителем микросхем контроллеров интерфейса SCSI является фирма Adaptec. В таблице 3 приведены основные технические параметры различных вариантов интерфейса SCSI.

Таблица 3.

Основные реализации интерфейса SCSI в хронологическом порядке

Наименование	Разрядность шины данных	Частота шины	Пропускная способность	Максимальная длина кабеля	Максимальное количество устройств
SCSI	8 бит	5 МГц	5 Мбайт/с	6 м или 25 м	8
Fast SCSI	8 бит	10 МГц	10 Мбайт/с	3 м или 25 м	8
Wide SCSI	16 бит	10 МГц	20 Мбайт/с	3 м или 25 м	16
Ultra SCSI	8 бит	20 МГц	20 Мбайт/с	3 м или 25 м	8
Ultra Wide SCSI	16 бит	20 МГц	40 Мбайт/с	3 м или 25 м	16
Ultra2 SCSI	8 бит	40 МГц	40 Мбайт/с	12 м или 25 м	8
Ultra2 Wide SCSI	16 бит	40 МГц	80 Мбайт/с	12 м или 25 м	16
Ultra3 SCSI	16 бит	40 МГц DDR	160 Мбайт/с	12 м	16
Ultra-320 SCSI	16 бит	80 МГц DDR	320 Мбайт/с	12 м	16
Ultra-640 SCSI	16 бит	160 МГц	640 Мбайт/с	10 м	16

Наименование	Разрядность шины данных	Частота шины	Пропускная способность	Максимальная длина кабеля	Максимальное количество устройств
		DDR			

**20 Контроллер интерфейса SAS.** Интерфейс SAS (Serial Attached SCSI) – последовательный компьютерный интерфейс, разработанный для подключения различных устройств хранения данных, например, накопителей на жёстких магнитных дисках и накопителей на магнитной ленте. Интерфейс SAS разработан для замены параллельного интерфейса SCSI и основывается во многом на терминологии и наборах команд SCSI. Интерфейс SAS обратно совместим с интерфейсом SATA: устройства типа SATA-II и SATA-III могут быть подключены к контроллеру SAS, но не наоборот. Различные варианты интерфейса SAS обеспечивают передачу данных со скоростью от 1,5 Гбит/с до 12 Гбит/с. Количество контактов в разъёме SAS на системной плате – 32 или 36. Максимальная длина пассивного медного соединительного кабеля SAS составляет 10 м.

**21. Контроллер интерфейса IEEE 1394 (FireWire).** Термин FireWire был введён в обиход компанией Apple. IEEE-1394 – это последовательный высокоскоростной интерфейс с номинальной пропускной способностью 400 Мбит/с. Он изначально предназначался для замены интерфейсов ATA и SCSI. Чаще всего контроллер этого интерфейса на системной плате выполнен в виде отдельной микросхемы (VIA, Texas Instruments, Agere и др.), но в некоторых чипсетах он был интегрирован в "южный мост". Обычно на системной плате устанавливается от одного до трёх 6-контактных или 4-контактных разъёмов этого интерфейса. Интерфейс FireWire поддерживает технологию "горячего подключения" (hot plug) устройств – возможность коммутации устройств без выключения компьютера. Стандарты семейства IEEE-1394 предусматривают различные скорости передачи данных – 100, 200 и 400 Мбит/с в стандарте IEEE 1394/1394a, а также скорости 800 и 1600 Мбит/с в стандарте IEEE 1394b и скорость 3200 Мбит/с в спецификации S3200.

Интерфейс IEEE-1394 мог быть использован для: создания компьютерной сети, подключения аудио- и видеоустройств, подключения принтеров и сканеров, накопителей на жёстких магнитных дисках и массивов RAID. Однако интерфейс IEEE-1394 оказался достаточно дорогим в реализации и поэтому в настоящее время используется очень редко.

**22. Интегрированный RAID-контроллер.** Этот контроллер предназначен для управления дисковыми массивами внешней памяти. Как правило, RAID-массивы применяются в сетевых серверах или в мощных графических станциях с целью обеспечения надёжности хранения информации и для ускорения процессов ввода и вывода данных. Во многих системных платах RAID-контроллер часто выполнен в виде специальной микросхемы и фактически представляет собой контроллер интерфейса PATA, SerialATA, SCSI или SAS, наделённого функциями управления RAID-массивами. Основными производителями микросхем RAID-контроллеров для системных плат являются фирмы Adaptec, HighPoint, Silicon Image, JMicron, ITE, Promise, Marvell. В последних разработках чипсетов RAID-контроллер уже интегрирован в "южный мост" чипсета, поэтому специальная микросхема на системной плате отсутствует.

**23. Звуковой адаптер.** Разъёмы звукового адаптера присутствуют на системных платах с интегрированным звуковым адаптером. Звуковые адаптеры начали массово интегрироваться в эпоху микропроцессоров Pentium II и Pentium III. Абсолютное большинство современных системных плат оснащены звуковым адаптером, функции которого выполняет чипсет и специальная микросхема синтезатора звука (аудиокодек). Основными производителями микросхем синтезатора звука, устанавливаемых на системных платах, являются Avance Logic (микросхемы ALC650, ALC850, ALC880), Analog Devices

(AD1888, AD1980, AD1986, AD1988), C-Media (CMI8738, CMI9738, CMI9739, CMI9780, CMI9880), Creative Technology (CT5880), ESS Technology (Solo-1), Realtek (ALC262, ALC662, ALC883, ALC887, ALC889, ALC892, ALC1150, ALC1200), VIA (VT1708), IDT (92HD91Bxx).

Как правило, на панели ввода-вывода системной платы присутствуют три коаксиальных разъёма звукового адаптера типа mini-Jack – это микрофонный вход (Mic), линейный вход (Line-In), линейный выход (Line-Out). С внедрением технологии многоканального звука формата 7.1 на системной плате уже устанавливается уже пять или шесть разъёмов для подключения восьми акустических систем. Для подключения аудиоразъёмов, установленных на корпусе системного блока, на системной плате присутствует соответствующий разъём. Кроме этого, на системной плате вблизи микросхемы звукового кодека могут устанавливаться 4-контактные разъёмы CD-Audio и AUX-Audio, предназначенные для подключения звукового выхода внутреннего привода оптических дисков, внутреннего голосового модема и иных источников звукового сигнала (например, TV-тюнера).

Многие платы, оснащенные интегрированным звуковым адаптером, снабжены также коаксиальным разъёмом S/PDIF (Sony/Philips Digital Interface Format), предназначенного для подключения звуковой аппаратуры и по которому передаются звуковые сигналы в цифровом коде. Кроме разъёма S/PDIF на системной плате может присутствовать разъём оптического интерфейса для сопряжения звукового кодека с источниками и приёмниками аудиоинформации.

24. *Разъём клавиатуры.* На системной плате формата AT присутствует один 5-контактный разъём типа DIN для подключения клавиатуры типа XT или AT. На системных платах формата ATX присутствует один 6-контактный разъём типа mini-DIN для подключения клавиатуры типа PS/2. Интерфейс клавиатуры типа PS/2 в IBM-совместимых компьютерах заимствован от компьютеров семейства IBM PS/2. На некоторых системных платах устанавливалось одновременно два разъёма клавиатуры – AT и PS/2.

25. *Разъём интерфейса манипулятора "мышь" типа PS/2.* Для компьютеров семейства IBM PC этот интерфейс заимствован от компьютеров семейства IBM PS/2. Он обычно присутствует на системных платах для микропроцессоров типа Pentium и всех более поздних. Интерфейс выполнен в виде 6-контактного разъёма типа mini-DIN, аналогичного разъёму клавиатуры типа PS/2.

26. *Комбинированный разъём типа PS/2 для манипулятора "мышь" и клавиатуры.* Комбинированный разъём заменяет собой два разъёма типа PS/2 и позволяет подключать либо только клавиатуру, либо только "мышь". Комбинированный интерфейс выполнен в виде 6-контактного разъёма типа mini-DIN, аналогичного разъёму типа PS/2.

27. *Разъёмы коммуникационных портов типа COM.* Как правило, в архитектуре IBM-совместимом компьютере присутствуют один или два разъёма последовательных коммуникационных портов (COM-порты). Для COM-портов обычно используются 9-контактные (ранее использовались и 25-контактные) разъёмы ("вилки") типа DB-9P (DB-25P). COM-порты ранее широко применялись для подключения манипуляторов типа "мышь", трекболов, принтеров, источников бесперебойного питания (ИБП), а также для организации прямого кабельного соединения двух компьютеров. На современных системных платах COM-порты встречаются очень редко, но на системных платах для промышленных микроЭВМ COM-порты ещё востребованы.

28. *Разъём коммуникационных порта типа LPT.* В IBM-совместимом компьютере ранее присутствовал один разъём параллельного коммуникационного порта (LPT-порт), для которого использовался 25-контактный разъём ("розетка") типа DB-25S. Главным образом

LPT-порт был предназначен для подключения принтеров. LPT-порт могли также использовать некоторые модели сканеров, плоттеров (графопостроителей), устройств внешней памяти. С помощью LPT-портов можно было организовать прямое кабельное соединение между двумя компьютерами. В настоящее время LPT-порты в компьютерах не применяются, их функции перешли к более практичному интерфейсу USB.

29. *Разъём игрового порта (Game-port).* Этот 15-контактный двухрядный разъём типа DB-15S предназначен для подключения одного или двух стандартных джойстиков аналогового типа либо других игровых манипуляторов. Кроме этого, через данный разъём предусматривается подключение к компьютеру электромузыкального инструмента (например, MIDI-клавиатуры) с соответствующим интерфейсом. Как правило, данный разъём имеется на системных платах с интегрированным звуковым адаптером. В современных системных платах игровой порт уже отсутствует, так как его функции полностью перешли к интерфейсу USB.

30. *Разъём блока питания.* Системные платы могут реализовать различные схемы подачи питающего напряжения. Рассмотрим далее наиболее характерные схемы подключения блоков питания к системным платам.

Системные платы формата AT могут иметь два варианта подключения к блоку питания:

- 1) один 12-контактный разъём для подключения двух 6-контактных кабелей от блока питания;
- 2) 12-контактный разъём типа AT и один 20-контактный разъём типа ATX; эта универсальная схема электропитания была характерна для системных плат формата AT последних выпусков.

Системные платы формата ATX могут иметь более разнообразные варианты подключения к блоку питания:

- 1) один 20-контактный разъём (два ряда по 10 контактов). Обычный цвет разъёмов питания – белый;
- 2) два разъёма питания – AT и ATX, что позволяет устанавливать такие системные платы в корпуса того или иного типа (см., например, рис. 2);
- 3) два разъёма питания – основной 20-контактный ATX и дополнительный 6-контактный однорядный AUX PWR;
- 4) системные платы, предназначенные для установки микропроцессоров типа Pentium 4 и более поздних, и многие системные платы для микропроцессоров Athlon кроме основного 20-контактного разъёма питания имеют дополнительный 4-контактный разъём для подачи напряжения питания +12 В (ATX 12V);

5) в настоящее время на системные платы стали устанавливаться исключительно 24-контактные разъёмы питания ATX (два ряда по 12 контактов), поскольку современные микропроцессоры Intel и AMD характеризуются высокими параметрами энергопотребления (от 65 до 130 Вт и более). Хотя при этом 20-контактный разъём блока питания ATX совместим с 24-контактным разъёмом системной платы, системная плата может быть снабжена программной защитой, не позволяющей работу от блока питания с 20-контактным разъёмом. При этом дополнительный 4-х или 8-контактный разъём для подачи напряжения питания +12 В также присутствует на системной плате. Некоторые эксклюзивные модели системных плат могут оснащаться двумя 8-контактными двухрядными разъёмами ATX 12V для питания особо мощных процессоров типа Core, Xeon, Phenom, Athlon FX, Ryzen;

6) кроме 20- или 24-контактного основного и 4-контактного дополнительного разъёмов питания некоторые системные платы имеют второй дополнительный 4-контактный разъём питания типа Molex, применяемый в дисковых накопителях (подача напряжений +5 и +12 В);

7) системные платы, предназначенные для встраиваемых (embedded) компьютеров, могут оснащаться одним единственным разъёмом электропитания DC 19V, к которому подключается внешний блок питания. Данный разъём размещается в районе панели ввода-вывода.

31. *Чипсет*. Термином "чипсет" называется набор микросхем (от одной до четырех), обеспечивающих взаимодействие всех компонентов системной платы и компьютера в целом. Микросхемы чипсета осуществляют сложный набор функций, поэтому более подробные сведения о структурно-функциональной организации чипсетов для системных плат IBM-совместимых компьютеров представлены далее в разделе 2.

32. *Микросхема Super I/O*. Эта многофункциональная микросхема обычно не входит в состав чипсета, но существенно дополняет его функции. В её структуру интегрированы те устройства, которые отсутствуют в чипсете: контроллеры клавиатуры, манипулятора "мышь", накопителей на гибких магнитных дисках, последовательных и параллельных коммуникационных портов. Кроме этого, очень часто в эту микросхему включается система мониторинга состояния компьютера. Чаще всего на системных платах можно встретить микросхемы Super I/O с маркировкой Winbond, ITE, SMSC, Nuvoton.

33. *Контроллер клавиатуры*. Микросхема контроллера клавиатуры присутствовала на системных платах вплоть до микропроцессоров Pentium. Контроллер клавиатуры выполнен в виде микросхемы в корпусе типа DIP с 40 выводами, внутри которой содержится однокристалльная микроЭВМ типа Intel 8042 или аналогичная (с маркировкой AMI, Holtek и др.). В системных платах для микропроцессоров Pentium Pro, Pentium II и всех более новых контроллер клавиатуры, выполненный как отдельная микросхема, уже отсутствует; в этом случае контроллер клавиатуры интегрирован в одну из микросхем чипсета (как правило, в "южный мост"), либо в микросхему Super I/O.

34. *Система аппаратного мониторинга*. Данная компонента системных плат (Hardware Monitoring) впервые появилась в IBM-совместимых компьютерах на основе микропроцессоров Pentium MMX, Pentium Pro и Pentium II, у которых тактовая частота достигла и превысила уровень 200 МГц. При этом резко возросло энергопотребление и тепловыделение в системном блоке компьютера. Система аппаратного мониторинга предназначена для контроля в реальном масштабе времени над некоторыми критическими параметрами системной платы и системного блока. В полном объеме система мониторинга позволяет одновременно контролировать следующие параметры:

- значения напряжений, выдаваемых блоком питания и поступающих на микропроцессор, модули оперативной памяти;
- частоту вращения от одного до четырёх охлаждающих вентиляторов (например, вентиляторов процессора, чипсета, корпуса системного блока);
- состояние от одного до четырёх датчиков температуры (например, микропроцессора, видеоадаптера или дискового накопителя, внутри системного блока).

Схема управления аппаратным мониторингом встраивается в одну из микросхем чипсета (как правило, в "южный мост") или микросхему Super I/O, либо выполняется в виде отдельной специализированной микросхемы. На многих системных платах используются специализированные микросхемы аппаратного мониторинга фирм National Semiconductor (LM75 – LM87), Winbond (W83781D, W83782D), Analog Devices (ADM1021 – ADM1031), Genesys (GL518SM – GL525SM), Nuvoton.

Отметим, что недорогие и миниатюрные системные платы могут оснащаться системой мониторинга с ограниченными функциональными возможностями либо система мониторинга у таких плат может полностью отсутствовать.



35. *Стабилизатор напряжения VRM (Voltage Regulator Module)*. Он присутствует практически на всех универсальных системных платах, так как напряжение питания современных микропроцессоров (1,0 – 2 В) и модулей оперативной памяти (1,2 – 3,3 В) существенно отличается от напряжений, выдаваемых блоком питания корпуса компьютера. Стабилизатор обычно выполнен в виде одной или нескольких интегральных микросхем, снабженных ребристыми радиаторами черного цвета. Рядом с микросхемами стабилизаторов напряжений обычно располагаются индуктивные дроссели и электролитические конденсаторы большой емкости (тысячи микрофарад).

36. *Микросхема BIOS*. Это микросхема ПЗУ, которая содержит программы базовой системы ввода-вывода. На системных платах для микропроцессоров типа 8088, 8086, 80286, 80386, 80486 устанавливалась одна микросхема ПЗУ (иногда две микросхемы – для четных и нечетных адресов памяти) емкостью не более 64 Кбайт и без возможности перепрограммирования. На системных платах для микропроцессоров типа Pentium и более современных обычно устанавливается одна микросхема перепрограммируемого ПЗУ типа EEPROM или Flash-ROM емкостью 1, 2 или 4 Мбит (128, 256 и 512 Кбайт соответственно), выполненная в корпусе с 28 или 32 контактами. Микросхема BIOS обычно устанавливается в соответствующий разъем или панель, хотя в некоторых случаях она может быть припаяна непосредственно к системной плате. Обычно на микросхему BIOS наклеена этикетка с указанием наименования разработчика программ базовой системы ввода-вывода (чаще всего это фирмы AWARD, AMI или Phoenix). На некоторых системных платах устанавливается сразу две микросхемы ПЗУ, которые хранят две копии программ BIOS с целью повышения надежности работы компьютера (так называемая система *Dual BIOS* или *Mirror BIOS*). Более современные системные платы содержат микросхемы BIOS ёмкостью 32, 64 или 128 Мбит.

37. *Элемент питания CMOS-памяти*. Он необходим в основном для поддержания работоспособности внутренних часов компьютера в отключенном состоянии. В современных системных платах для этого обычно используется литиевый элемент CR2032 (типа "таблетка") с номинальным напряжением 3 В. Ранее в системных платах использовались никель-кадмиевые элементы питания цилиндрической формы (типа "бочонок"). Использовались также в системных платах специальные микросхемы с маркировкой Dallas или ODIN, в которые был интегрирован источник питания CMOS-памяти.

38. *Разъемы для подключения к элементам корпуса системного блока*. Они предназначены для подключения к кнопкам и индикаторам, установленным на корпусе системного блока компьютера, предназначены следующие штыревые разъемы системной платы:

- разъем "Power" – для подключения кнопки включения компьютера;
- разъем "Power LED" – для подключения светодиодного индикатора включения компьютера;
- разъем "HDD LED" – для подключения светодиодного индикатора активности контроллера дисковых устройств;
- разъем "Reset" – для подключения кнопки аппаратного рестарта компьютера;
- разъем "Speaker" или "SPK" – для подключения звукоизлучающей головки корпуса;
- разъем "SMI" или "Sleep" – для подключения кнопки включения "спящего" режима компьютера.

Кроме перечисленных, некоторые системные платы оснащаются разъемом "Alert Intruder", подключаемым к датчику вскрытия корпуса системного блока компьютера.

39. *Система переключателей*. На многих универсальных системных платах часто присутствует несколько переключателей и перемычек, называемых "джамперами". Джампер (jumper) – съемная перемычка, устанавливаемая на штыревые контакты, выходящие из

системной платы. С их помощью осуществляется настройка режимов работы системной платы: определяется тип установленного микропроцессора, напряжение питания микропроцессора и модулей памяти, частота тактового генератора, коэффициент умножения микропроцессором внешней тактовой частоты и др. Для тех же целей используются также малогабаритные DIP-переключатели.

Тайваньская фирма A Computers в 1996 году запатентовала технологию *Jumperless*, в соответствии с которой все необходимые настройки системной платы осуществляются только программным способом. Это происходит либо автоматически, либо с помощью специальной программы Soft Menu, являющейся частью программы Setup BIOS. Впоследствии практически все производители системных плат стали использовать в своих изделиях подобную технологию, поэтому современные универсальные системные платы практически не имеют каких-либо переключателей для ручной установки режимов работы (либо количество переключателей сведено к минимуму), а все необходимые настройки производятся с клавиатуры компьютера.

40 *Разъёмы mSATA, U.2 и M.2.* Данные интерфейсные разъёмы предназначены, главным образом, для подключения твердотельных накопителей SSD (Solid Storage Device). На системной плате может обычно присутствует один-два таких разъёма. Они могут располагаться как на лицевой стороне платы, так и на обратной. В зависимости от возможностей чипсета системной платы и устанавливаемого SSD данные интерфейсы могут работать в режиме интерфейса SATA-III или PCI-Express; во втором случае обеспечивается более высокий темп передачи данных. В некоторых случаях интерфейс M.2 может быть задействован для подключения модуля Wi-Fi.

41 *Разъём для подключения инфракрасного порта (IR-port).* Некоторые системные платы прежних лет выпуска оснащены разъёмом для подключения инфракрасного приёмопередатчика. Инфракрасный порт предназначался для организации беспроводной связи между двумя компьютерами. В настоящее время инфракрасное беспроводное соединение вышло из употребления по причине низких эксплуатационных свойств.

42. *Разъём LVDS для подключения дисплея.* Данный разъём предназначен для подключения жидкокристаллического дисплея. Такой интерфейс присутствует на системной плате, предназначенной для встраиваемых (embedded) компьютеров.

43. *Разъём TPM (Trusted Platform Module).* В вычислительной технике Trusted Platform Module – название спецификации, описывающей криптопроцессор, в котором хранятся криптографические ключи для защиты информации, а также обобщённое наименование специальной микросхемы. Модуль TPM, содержащий в себе криптопроцессор, обеспечивает средства безопасного создания ключей шифрования, способных ограничить использование ключей с той же степенью неповторяемости, что и генератор случайных чисел. Модуль TPM может использоваться, чтобы подтвердить подлинность аппаратных средств. Так как каждый чип TPM уникален для специфического устройства, это делает возможным однозначное установление подлинности платформы. Например, чтобы проверить, что вычислительная система, к которой осуществляется удалённый доступ, – ожидаемая система.

#### 44. *Контроллер Wi-Fi и Bluetooth.*

Системные платы всё чаще оснащаются интегрированными комбинированными контроллерами беспроводной связи Wi-Fi и Bluetooth. В настольных и встраиваемых компьютерах данное техническое решение заимствовано от ноутбуков. Чаще всего используются микросхемы контроллеров от Intel, Atheros, Broadcom. В современных разработках плата контроллера беспроводной связи сопрягается с системной платой посредством интерфейса M.2. В более ранних разработках для подключения контроллеров

Wi-Fi и Bluetooth использовались интерфейсы mini-PCI и mini-PCI-Express. При наличии контроллера беспроводной связи на панели ввода-вывода системной платы присутствуют резьбовые разъемы для подключения антенны.

45. *Звукоизлучающая головка.* Многие системные платы оснащены миниатюрными звукоизлучающими головками. В ранних моделях системных плат в эпоху операционных систем типа MS-DOS звуковой излучатель служил как средством диагностики работоспособности платы и сопряжённых с ней внешних компонентов, так и средством вывода звуковой информации из исполняемых программ. В современных системных платах, оснащённых звуковым контроллером, звукоизлучающая головка отсутствует, а все звуковые сигналы выводятся от контроллера на его линейный выход.

46. *Микросхема тактового генератора.* Тактовый генератор является неотъемлемым компонентом цифровых схем, поскольку с помощью его сигналов происходит синхронизация работы всех составных частей системной платы и сопряжённых с ней устройств. Схема тактового генератора обычно интегрирована в микропроцессор или в одну из микросхем чипсета. В некоторых случаях на системной плате может присутствовать специализированная микросхема тактового генератора, рядом с которой располагается корпус кварцевого резонатора, с помощью которого осуществляется стабилизация тактовой частоты. Микросхемы тактовых генераторов могут иметь обозначения ICS, Winbond, PLL, IC-Works, Cypress, Realtek, IMI.

#### 47. *Разъём интерфейса Thunderbolt*

Интерфейс Thunderbolt был разработан компанией Intel в сотрудничестве с Apple. Торговая марка Thunderbolt была зарегистрирована Apple, но позже была передана компании Intel, и полные права на эту технологию принадлежат Intel. Первым устройством, где был применён данный интерфейс, стал ноутбук MacBook Pro компании Apple, который был анонсирован 24 февраля 2011 г. Thunderbolt изначально разрабатывался для объединения мобильных устройств, ноутбука и настольного компьютера с использованием меньшего числа кабелей. В стандарте был предложен универсальный разъём для дисплеев и внешних устройств хранения. Передаваемая по интерфейсам Thunderbolt 1 и Thunderbolt 2 мощность электропитания составляет 10 Вт – больше, чем 5 Вт в стандартном интерфейсе USB 3.0. Интерфейс Thunderbolt объединяет протоколы PCI Express (PCI-E) и DisplayPort (DP) в один последовательный сигнал и предоставляет постоянное напряжение по тому же кабелю. Контроллеры Thunderbolt мультиплексируют один или более каналов данных от подключённых к ним устройств PCIe или DisplayPort для передачи через один дуплексный канал Thunderbolt, затем демультиплексируют их для использования устройствами PCIe или DP на другом конце. Один порт Thunderbolt поддерживает до шести устройств Thunderbolt, подключаемых через концентраторы (хабы) или цепочкой (daisy chain).

Кроме перечисленных компонентов системные платы могут содержать и иные специфические устройства, не характерные для массовых решений. Например, некоторые системные платы ASUSTek содержали разъём интерфейса MediaBus, предназначенного для подключения плат расширения, разработанных самой ASUSTek.

Современные международные стандарты на системные платы формата ATX рекомендуют производителям использовать цветную маркировку разъемов для подключения внешних периферийных устройств (табл. 4).

Таблица 4

#### Рекомендованные цвета разъемов системных плат

Разъём	Цвет
--------	------

Разъём	Цвет
Аналоговый VGA	Синий
Параллельный порт (LPT)	Бордовый
Клавиатура PS/2	Фиолетовый
Мышь PS/2	Зеленый
Последовательный порт (COM)	Бирюзовый
Интерфейс USB 2.0	Черный
Интерфейс USB 3.0	Синий
Линейный вход аудиосигнала	Голубой
Линейный выход аудиосигнала	Салатный
Цифровой монитор (DVI)	Белый
Интерфейс IEEE 1394 (FireWire)	Серый
Микрофон	Розовый
Разъём Game/MIDI порта	Золотистый
Акустические системы, сабвуфер	Оранжевый
Акустические системы	Коричневый
Выход видеосигнала	Желтый

Системные платы, которые кроме микропроцессора имеют несколько интегрированных периферийных устройств (чаще всего это видеоадаптер, звуковой адаптер и сетевой адаптер, а также контроллеры SAS, SCSI, FireWire, модем и др.) получили наименование All-In-Ones ("все в одном"). Такой подход позволяет заметно снизить стоимость компьютера, но существенно ограничивает возможности пользователя в отношении модернизации такого компьютера в процессе эксплуатации в случае его морального и физического устаревания.

## 2.2. Структурно-функциональная организация чипсета системной платы

Как уже было сказано, управление работой элементов системной платы осуществляется с помощью так называемого чипсета (chipset) – набора специализированных интегральных микросхем. Чипсет осуществляет электрические и логические связи микропроцессора и остальных частей компьютера. Параметры чипсета во многом определяют функциональные возможности и производительность компьютера в целом, включая возможность его модернизации.

Чипсет содержит от одной до четырех больших и сверхбольших интегральных микросхем (БИС и СБИС), обеспечивающих взаимодействие всех компонентов системной платы и периферийных устройств компьютера. Современные чипсеты, как правило, выполняются в виде двух микросхем, одна из которых получила условное название "северный мост" (North Bridge), а вторая микросхема – "южный мост" (South Bridge). Такие названия произошли от местоположения этих микросхем на функциональных схемах системных плат и компьютеров: верх – север, низ – юг. Названия прижились и стали широко использоваться не только специалистами, но пользователями компьютеров. В терминологии фирмы Intel микросхемы чипсета именуются хабами: аналог "северного моста" называется Memory Controller Hub (MCH), а аналог "южного моста" – I/O Controller Hub (ICH).

Каждая микросхема чипсета имеет определенную специализацию. "Северный мост", называемый также системным контроллером, управляет работой микропроцессора, оперативной памяти, интерфейсов PCI, PCI-Express, AGP и, кроме этого, может содержать интегрированный видеоадаптер. Таким образом, "северный мост" выполняет функции информационного обмена между процессором и скоростными периферийными устройствами. "Южный мост", иначе называемый периферийным контроллером, обычно предназначен для работы с низкоскоростными периферийными устройствами и управляет

всеми остальными функциями системной платы. "Южный мост" обычно содержит контроллеры интерфейсов ISA, PATA, SATA, USB, а в некоторых случаях коммуникационных портов COM и LPT, клавиатуры, манипулятора "мышь". Дополнительно к этому "южный мост" может включать в себя звуковой и сетевой адаптеры, контроллер интерфейса FireWire, систему управления энергопотреблением, систему аппаратного мониторинга системной платы. В некоторых случаях оба моста интегрируются в одну единственную микросхему либо устройства и функции северного моста включены в структуру самого микропроцессора.

"Северный мост" и "южный мост" информационно связываются между собой с помощью универсального интерфейса PCI или PCI-Express либо специального высокоскоростного интерфейса. У разных разработчиков чипсетов используются различные типы специальных высокоскоростных интерфейсов для связи микросхем чипсета. Например, фирма Intel в чипсетах 800-й и 900-й серий применяет интерфейс Accelerated Hub, в чипсетах фирмы VIA применяется интерфейс V-Link типа 4x и 8x, в чипсетах фирмы ATI – A-Link, в чипсетах фирмы SIS – MuTIOL, а в чипсетах фирм AMD и nVidia – HyperTransport.

Микросхемы чипсета, особенно "северный мост", при интенсивной работе компьютера сильно нагреваются, поэтому на них могут быть установлены охлаждающие радиаторы и даже вентиляторы.

Для каждого поколения микропроцессоров (80286, 80386, 80486, Pentium, Pentium Pro, Pentium II/III/4, Athlon, Core, Ryzen и др.) существуют свои чипсеты. Для каждого поколения микропроцессоров обычно существует несколько вариантов (моделей) чипсетов, различающихся фирмой-изготовителем, внутренней архитектурой, функциональными возможностями, составом и количеством микросхем.

По состоянию на 2010 г. практически все чипсеты, на которых были построены массовые системные платы, имели в своем составе средства, обеспечивали поддержку следующих типичных компонентов:

- микропроцессоров Intel семейства Pentium III/Celeron в конструктивном исполнении Socket-370 или микропроцессоров семейства Pentium 4/Celeron в конструктивном исполнении Socket-478 или LGA-775 либо микропроцессоров AMD семейства Athlon/Athlon-XP/Athlon 64/Duron/Sempron в конструктивном исполнении Socket-A, Socket-754, Socket-939, Socket-940, Socket-AM2(+);
- шины процессора (FSB – Front Side Bus) с тактовой частотой от 50 до 200 МГц (типичные значения – 50, 60, 66, 75, 100, 133, 166 и 200 МГц);
- оперативной памяти типа SDRAM, DDR SDRAM или DDR2 SDRAM объемом от 512 до 4096 Мбайт в двух, трёх или четырех модулях DIMM;
- интерфейса AGP версии 2.0 или 3.0 (скорость передачи 4x или 8x) или PCI-Express 16x для подключения видеоадаптера (одного или двух одновременно);
- до семи периферийных устройств с 32-разрядным интерфейсом PCI спецификации 2.2 или 2.3;
- до четырех периферийных устройств с интерфейсом PCI-Express спецификации 1.0 типа 1x или 4x;
- одного или двух портов интерфейса PATA, обеспечивающего подключение до четырех накопителей с протоколом передачи UltraDMA-100 или UltraDMA-133 (максимальная скорость передачи данных 100 или 133 Мбайт/с соответственно);
- двух или четырех портов интерфейса Serial ATA-I или Serial ATA-II, обеспечивающего подключение до четырех накопителей с максимальной скоростью передачи 150 или 300 Мбайт/с соответственно;
- технологии RAID (обычно уровней 0, 1 и 0+1, реже уровней 5 и JBOD);
- от четырех до восьми портов интерфейса USB спецификации 1.1 или 2.0 (скорость передачи 12 или 480 Мбит/с соответственно);
- спецификации AC-97 для программной реализации функций синтезатора звука и программного модема;

- управления электропитанием ACPI (Advanced Configuration & Power Interface) спецификации 1.0.

Для сравнения, по состоянию на 2018 г. чипсеты, на которых построены все современные массовые системные платы, имеют в своем составе средства, обеспечивающие поддержку следующих компонентов:

- микропроцессоров Intel Celeron/Pentium/Core/Xeon в конструктивном исполнении LGA-1156/1155/1150/1151/2011/2066 или микропроцессоров семейства . либо микропроцессоров AMD APU/Athlon/Ryzen/Sempron в конструктивном исполнении Socket-AM3(+)/FM1/FM2(+)/AM4/TR4;

- оперативной памяти типа DDR3 или DDR4 SDRAM объемом от 1024 до 64 Гбайт в двух или четырех модулях DIMM или SO-DIMM;

- интерфейса PCI-Express 16x для подключения от одного до четырёх видеоадаптеров с поддержкой технологий NVidia SLI или AMD CrossFireX;

- до четырех периферийных устройств с интерфейсом PCI-Express спецификации 2.0 типа 1x или 4x;

- от четырех до восьми портов интерфейса Serial ATA-II или Serial ATA-III, обеспечивающего подключение до четырех накопителей с максимальной скоростью передачи 300 и 600 Мбайт/с соответственно;

- от одного до трёх разъемов M.2 или Ultra M.2 для подключения твердотельных накопителей SSD;

- технологии RAID (обычно уровней 0, 1 и 0+1, а также уровней 5 и JBOD);

- от четырех до двенадцати портов интерфейса USB спецификации 2.0 или 3.x (скорость передачи от 480 Мбит/с до 10 Гбит соответственно);

- спецификации HD Audio для программной реализации функций синтезатора звука и программного модема формате 5.1 и 7.1;

- сетевого интерфейса типа Gigabit Ethernet;

- управления электропитанием ACPI (Advanced Configuration & Power Interface) спецификации 2.0+.

Наиболее крупными производителями чипсетов для системных плат IBM-совместимых компьютеров различного назначения в настоящее время являются фирмы Intel (Intel, Corp) и AMD (Advanced Micro Devices).

Ранее крупными разработчиками и производителями наборов микросхем были компании VIA (VIA Technologies Inc., Тайвань), SIS (Silicon Integrated System Corp., США), nVidia (США). При этом VIA занимала второе место после фирмы Intel по объему производства микросхем чипсетов. Ещё ранее были распространены в системных платах ПК чипсеты фирм ATI (ATI Technologies Inc., Канада), ALi (Acer Laboratories Inc., Тайвань), ULi (ULi Electronics Inc., Тайвань). Компания ServerWorks (Broadcom Corp., США) разрабатывает чипсеты для серверных системных плат. Фирма ULi Electronics Inc. образовалась в 2002 г., отпочковавшись от фирмы ALi. В 90-е годы, в эпоху микропроцессоров семейства 80486 и Pentium, в системных платах широко применялись чипсеты фирм UMC (United Microelectronics Systems, Тайвань), ETEQ, VLSI, Hint, PC Chips, OPTi и др. Информацию по чипсетам для Intel-совместимым микропроцессоров можно найти в сети Интернет на сайтах фирм-производителей:

Фирма	Web-адрес	Фирма	Web-адрес
Intel –	<a href="http://www.intel.com">http://www.intel.com</a>	SIS –	<a href="http://www.sis.com.tw">http://www.sis.com.tw</a>
AMD –	<a href="http://www.amd.com">http://www.amd.com</a>	ALi –	<a href="http://www.ali.com.tw">http://www.ali.com.tw</a>
VIA –	<a href="http://www.viatech.com">http://www.viatech.com</a>	ULi –	<a href="http://www.uli.com.tw">http://www.uli.com.tw</a>
nVidia –	<a href="http://www.nvidia.com">http://www.nvidia.com</a>	OPTi –	<a href="http://www.opti.com">http://www.opti.com</a>
ATI –	<a href="http://www.atitech.ca">http://www.atitech.ca</a>	ServerWorks –	<a href="http://www.broadcom.com">http://www.broadcom.com</a>

На рис. 9 представлен пример структуры системной платы и чипсета с интегрированными контроллерами периферийных устройств. Пунктирной линией обведены те элементы, которые присущи чипсету с интегрированными видеофункциями.

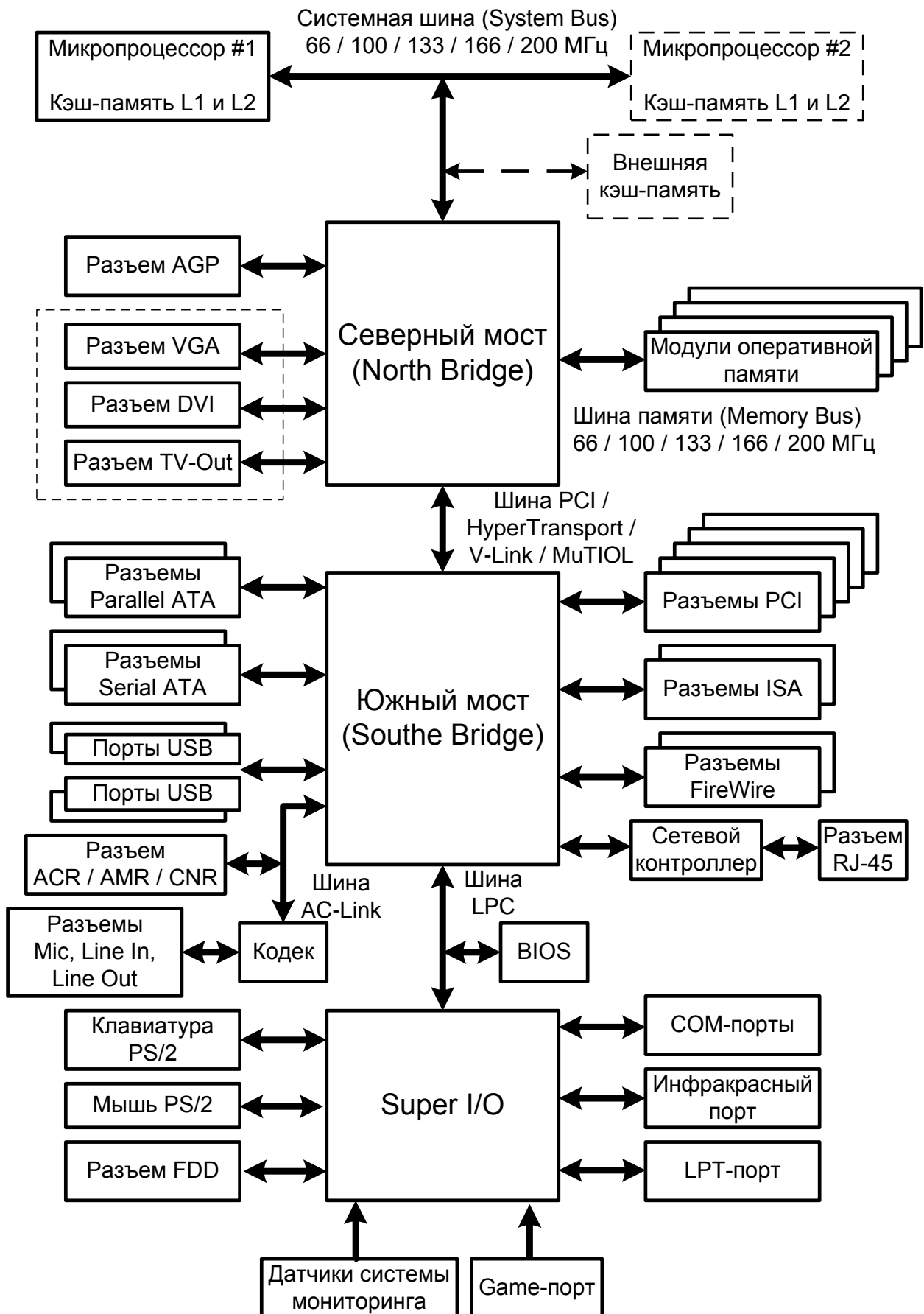


Рис. 9. Пример структуры высокоинтегрированной системной платы и ее чипсета (2005 г.)



На рис. 10 представлена структурная схема системной платы, использующей возможности однокорпусного чипсета. Пунктирной линией обведены те элементы, которые присущи микропроцессору с интегрированным видеоконтроллером.

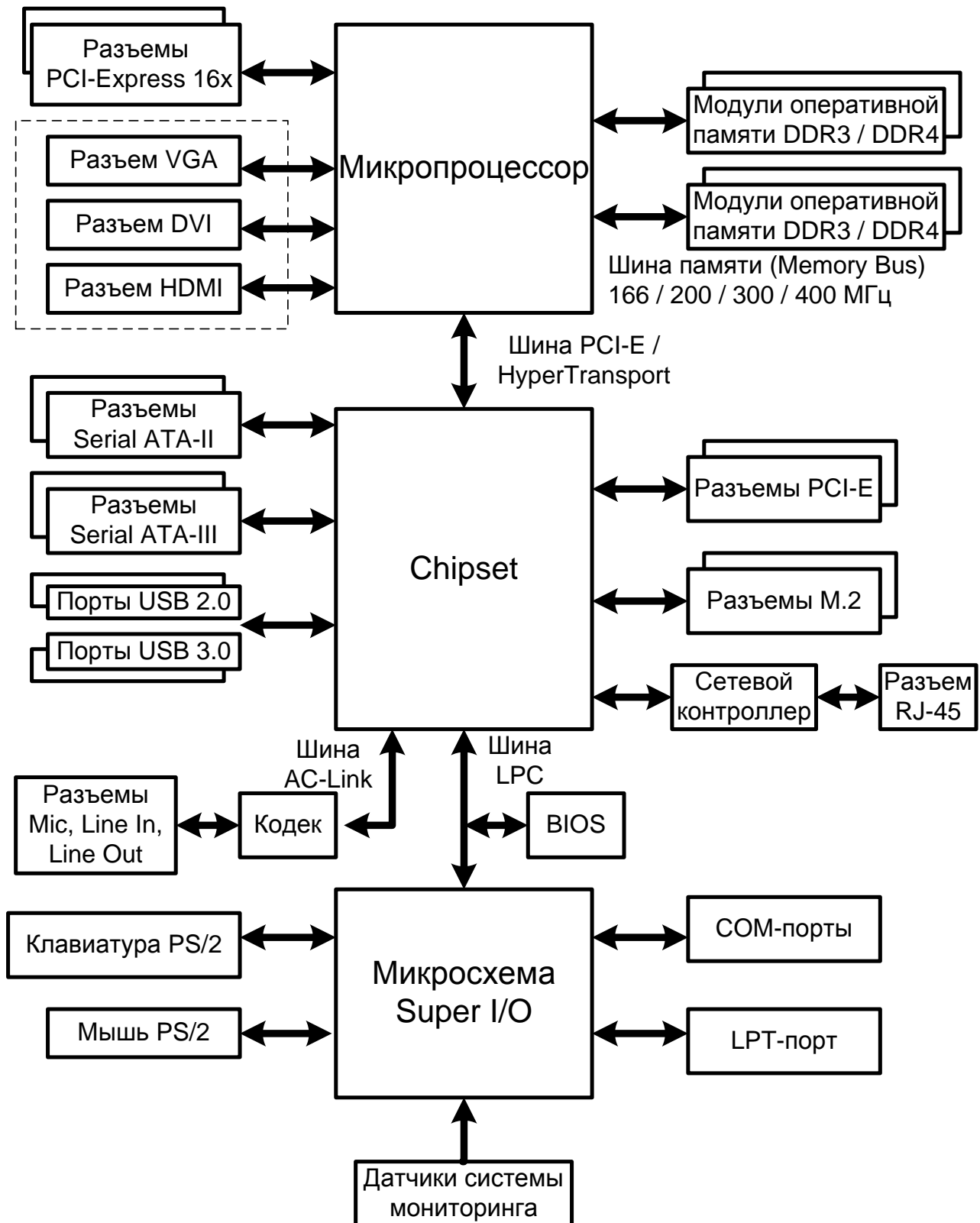


Рис. 10. Пример структуры высокоинтегрированной системной платы и ее чипсета (2018 г.)

При изучении возможностей чипсетов следует обратить внимание на следующее обстоятельство. Если ранее разработка нового чипсета знаменовалась значительным увеличением производительности компьютера и появлением ряда новых функций, то в

настоящее время разработчики используют методологию "ползучей" модернизации, когда следующий тип чипсета незначительно отличается от предшественника. Кроме того, имеет место разработка в рамках одного типа чипсета целого набора микросхем (несколько вариантов "северного" и "южного" мостов), которые производители системных плат могут комбинировать. Например, "южный" мост Intel ICH7 применялся в течение ряда лет совместно с микросхемами "северных" мостов Intel 945G, 945P, G31, P31, G41 в системных платах с разъёмами LGA-775.

При проектировании системных плат возможны комбинации микросхем "северного" и "южного" мостов от разных производителей. Так, например, системные платы компании Tekram в исполнении Socket-A в качестве "северного моста" использовали микросхему AMD-756, а в качестве "южного моста" – микросхему VIA VT82C686A; соединение микросхем при этом осуществлялось с помощью интерфейса PCI.

Отметим также, что во многих случаях разработчики чипсетов кроме буквенно-числовых обозначений моделей чипсетов используют дополнительные наименования своих разработок. Так, например, чипсет Intel 430VX имеет наименование Triton, чипсет Intel 845 – Brookdale, а чипсет AMD-750 – Irongate.

В таблице 5 приведен перечень моделей чипсетов для системных плат компьютеров с микропроцессорами семейства 80x86 (включая процессы семейства Intel Itanium, которые формально не принадлежат к семейству микропроцессоров 80x86, но имеют возможность эмуляции команд 80x86). В скобках указаны идентификаторы различных модификаций базовой модели чипсета.

Таблица 5

Модели чипсетов для микропроцессоров семейства 80x86,  
поддерживающих интерфейсы PCI и PCI-Express

Фирма-разработчик чипсета	Для каких микропроцессоров предназначен	Наименования моделей чипсетов
Intel	80486	420TX, 420ZX, 420EX
	Pentium	430LX, 430MX, 430NX, 430FX, 430VX, 430HX, 430TX
	Pentium Pro	440FX, 450KX, 450GX
	Pentium II (66 МГц)	440LX, 440EX
	Pentium II (100 МГц)	440BX, 440ZX, 440MX
	Pentium III, Celeron	810E, 810E2, 810-DC100, 820, 820E, 840
		815 (E, E2, P, EP, G, EG), 830 (MG, M, MP)
	Pentium 4, Celeron	850, 850E
		845, 845G, 845E, 845GE, 845PE, 845GL, 845GV
		865P, 865G, 865PE, 865GV, 875P, 848P, 860
	Pentium D, Core 2, Celeron D	910GL, 910GML, 910GMLE, 915G, 915GL, 915GV, 915GM, 915GME, 915GMS, 915P, 915PL, 915PM, 925X
		940GML, 943GML, 945G, 945GC, 945GM, 945GME, 945GMS, 945GSE, 945P, 945PL, 945PM, 945GT, 946GZ, 946PL
		955X, 955XM, GL960, GLE960
		Q963, G965, P965, Q965, GM965, GME965, PM965
		975X
	Pentium M, Celeron M	852 (PM, GM, GMV, GME), 855 (PM, GM, GME), 915 (PM, GM), 945 (PM, GM), 965 (PM, GM)
	Xeon	440GX, 840, 860, E7205, E7210, E7221, E7320, E7500, E7501, E7505, E7520, E7525, C232

Фирма-разработчик чипсета	Для каких микропроцессоров предназначен	Наименования моделей чипсетов
	Pentium D, Celeron D, Core 2	G31, G33, P31, P35, G35, Q33, Q35, X38, G41, G43, P41, P43, P45, G45, B43, Q43, Q45, X48
	Core, Pentium, Celeron	H55, P55, H57, Q57
		H61, Q65, B65, P67, Q67, Z68
		B75, Q75, Z75, Q77, H77, Z77
		H81, B85, Q85, Q87, H87, Z87, H97, Z97
		H110, B150, H170, Z170, Q170, B250, H270, Z270
		H310, B360, H370, Z370, Z390
	Core HEDT	X58, X79, X99, X299
	Xeon	3000, 3010, 3100, 3200, 3210, 3450, 5000P, 5000V, 500X, 5000Z, 5100, 5400, 5500, 5520, 7300, E7205, E7210, E7221, E7230, E7320, E7500, E7501, E7505, E7510, E7515, E7520, E7525, E7710, E8500, E8501, E8870
		C604, C606, C608, C204, C206, C216, C222, C224, C226
	Itanium	460GX
	Itanium 2	E8870
AMD	Pentium, AMD K5/K6	AMD-640
	Athlon, Duron	AMD-750, AMD-760
	Athlon-MP	AMD-760MP, AMD-760MPX
	Athlon 64	AMD-8000
	Athlon 64 X2/X3/X4	AMD 480, 570, 580, 690 CrossFire
	Athlon II	AMD 700, 700S
	Phenom, Phenom II	AMD 770, 790X, 790FX
	Athlon FX	AMD 790GX, 785G, 780V, 780G, 760G, 740G
		AMD 890FX, 890GX, 880G, 870
		AMD 990FX, 990X, 980G, 970
	APU A4, A6, A8, A10, A12	AMD A45, A50M, A55T, A60M, A68M, A70M, A75, A55, A75, A85X, A88X
		AMD M690T, M690E, 780E, 785E, SR5690
		AMD M780G, M880G
	Ryzen	A300, X300, A320, B350, X370, B450, X470
	Ryzen Threadripper	X399
VIA	80486	GMC-486
	Pentium, AMD K5/K6	Apollo VP1, VP2, VP3, VPX, MVP3, MVP4
	Pentium II, Pentium III	Apollo Pro, Apollo Pro Plus, Apollo Pro 133 (A, T)
		Apollo Pro PM133 (A), PL133 (T), PLE133 (T)
		Apollo Pro 266 (T), PM266 (T), PN 266, CLE266
	Pentium 4	P4X266 (A, E), P4M266 (A), P4X333, P4M333, P4X400
		P4X533, P4M800 (Pro), PT800, PM800, PN800
		PT880 (Pro, Ultra), PM880, PT880 Pro, PT894 Pro
		P4M890
	Athlon (Slot-A)	Apollo KX133
	Athlon (Socket-A)	Apollo KT133 (A), KM133 (A), KL133 (A), KLE133
		Apollo KT266 (A), KM266, KN266

Фирма-разработчик чипсета	Для каких микропроцессоров предназначен	Наименования моделей чипсетов
		KT333, KT400 (A), KM400 (A), KN400, KT600, KT880
	Athlon 64	K8T800 (Pro), K8M800, K8N800 (A)
		K8T890, K8M890
SIS	80486	SiS 496/497
	Pentium, AMD K5/K6	SiS 5571, 5581, 5591, 530, 540
	Pentium II, Pentium III	SiS 600, 620, 630 (E, S, T), 633 (T), 635 (T), 640 (T)
	Pentium 4	SiS 645 (D), 648FX, 650 (GX), 651, 661 (GX, FX)
		SiS 655 (FX, TX), 656 (FX), 649 (FX), R658, R659
	Athlon (Socket-A)	SiS 730 (S), 733, 735, 740, 741 (GX), 745, 746 (FX), 748
	Athlon 64	SiS 755 (FX), 756, 760 (GX), 761GX, 770
nVidia	Pentium 4, Celeron	nForce4 SLI Intel Edition
	Pentium D, Celeron D	nForce5
	Core 2 Duo/Quad	nForce6 (680i SLI, 680i LT SLI, 650i SLI, 650i Ultra, nForce 630i)
		nForce7 (790i Ultra, 790i, 780i, 750i)
	Athlon (Socket-A)	nForce (215, 220 IGP, 415, 420 IGP)
		nForce2 (IGP, SPP, Ultra, Ultra 400, 400, 400Gb)
	Athlon 64	nForce3 (150, 250, 250Gb, Ultra), nForce3 Go (120, 150)
	Athlon 64 X2	nForce4 (4X, Standard, Ultra, Pro, SLI, SLI X16)
	Athlon 64 X2/X3/X4	nForce5 (590 SLI, 570 SLI, 570 LT SLI, 570 Ultra, 560, 550, 520, 520 LE, 500 SLI, 500 Ultra, 500)
		nForce6 (630a, 680a SLI)
	Phenom, Phenom2	nForce7 (780a, 750a, 730a, 720a)
	Athlon FX	nForce9
		GeForce 6100, 6150
	Opteron	nForce Pro (2050, 2200)
ALi	80486	M1487/M1489
	Pentium, AMD K5/K6	Aladdin IV, Aladdin 5 (T), Aladdin 7
	Pentium II, Pentium III	Aladdin Pro II, Aladdin TNT2
		Aladdin Pro 4, Aladdin Pro 5, Aladdin-T
	Pentium 4	Aladdin-P4 (A)
	Athlon (Socket-A)	ALiMAGIK 1, ALiMAGIK 2
	Athlon 64	M1687/M1563
ULi	Pentium, AMD K5/K6	M1541
	Pentium II, Pentium III	M1644T
	Pentium 4	M1672/B, M1683, M1685
	Athlon (Socket-A)	M1647
	Athlon 64	M1689, M1695
ATI	Pentium 4, Celeron	Radeon IGP 330, IGP 340, IGP 345, Radeon 9000 IGP
		Radeon 9100 IGP, Radeon 9100 Pro IGP
		Radeon Xpress 200 for Intel Processors (RS400, RD400, RC410)
		Radeon Xpress 1100 for Intel Decktops

Фирма-разработчик чипсета	Для каких микропроцессоров предназначен	Наименования моделей чипсетов
	Athlon (Socket-A)	Radeon IGP 320
	Athlon 64, 64 X2	Radeon Xpress 200 (RS480, RS482, RD480, RX480)
		Radeon RD580
OPTi	Pentium, AMD, Cyrix	Viper SX, Viper-M, Viper Xpress+, Vendetta
	Pentium Pro	Discovery
UMC	80486	UM8881/8886

Приведенная таблица содержит, в основном, наименования моделей чипсетов, предназначенных для настольных компьютеров. Для серверов и мобильных (портативных) компьютеров предназначаются, как правило, специальные чипсеты, которые являются либо самостоятельными разработками, либо модификациями чипсетов для настольных компьютеров общего назначения. Как правило, в обозначении микросхемы чипсета присутствует буква М (от английского слова mobile). Так, например, чипсет SIS661FX, предназначенный для использования в мобильных компьютерах (ноутбуках), является модификацией чипсета SIS661FX, предназначенного для использования в настольных ПК. Чипсеты для мобильных компьютеров характеризуются, как правило, наличием интегрированного видеоконтроллера и более развитыми средствами экономии электроэнергии. Чипсеты для серверных компьютеров обычно характеризуются возможностью работы с двумя и более процессорами, поддержкой больших объемов оперативной памяти (64 – 128 Гбайт) специального типа, 64-разрядного интерфейса PCI-X, интерфейсов SCSI и SAS и других специфических ресурсов.

В процессе выполнения данной работы следует использовать учебные и справочные пособия, которые указаны в библиографическом списке. С целью более глубокого ознакомления с современными достижениями в области аппаратуры ПК рекомендуется воспользоваться информацией, представленной в сети Интернет на сайтах [www.ixbt.com](http://www.ixbt.com), [www.overclockers.ru](http://www.overclockers.ru), [www.fcenter.ru](http://www.fcenter.ru), [www.ferra.ru](http://www.ferra.ru), [www.3dnews.ru](http://www.3dnews.ru).

Информацию по чипсетам можно также найти в отечественных периодических изданиях "КомпьютерПресс", "Hard'n'Soft", "Upgrade" и др.

### 3. ОБОРУДОВАНИЕ

Наборы различных системных плат для IBM PC/AT-совместимых ПК, микропроцессоров, а также модулей оперативной памяти. Вместо указанного оборудования возможно использование файлов с графическими изображениями системных плат (в формате GIF, TIFF, JPEG и т.п.) и соответствующих программных средств для просмотра файлов на экране монитора ПК (например, Internet Explorer, XnView и др.). При исследовании устройства физической системной платы рекомендуется пользоваться персональными фотографическими средствами (фотоаппарат, смартфон) для фиксации изображений платы с целью их включения в отчет.

### 4. ЗАДАНИЕ НА РАБОТУ

Задание на лабораторную работу состоит в исследовании всех компонентов лабораторной системной платы (или системной платы, представленной на ее изображениях), выявлении функциональных возможностей системной платы и ее чипсета и составлении подробного технического описания платы и чипсета.

## 5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с теоретическими положениями лабораторной работы, изучить конструктивные особенности системных плат и принципы структурно-функциональной организации чипсетов для IBM-совместимых компьютеров, дать ответы на контрольные вопросы, получить у преподавателя лабораторную системную плату.

2. Выполнить осмотр системной платы (или её электронного изображения) и идентифицировать установленные на ней компоненты. При необходимости извлечь из системной платы установленные в ней микропроцессор, модули памяти, платы расширения. Определить тип, марку системной платы и ее основные технические характеристики, а также типы модулей памяти и плат расширения.

3. Идентифицировать модель чипсета системной платы. Выполнить поиск информационных материалов по структурно-функциональной организации чипсета, установленного на исследуемой системной плате.

4. Выполнить эскиз или фотографию лицевой стороны системной платы. Для платы формата ATX выполнить эскиз или фотографию интерфейсных разъёмов.

5. Подготовить отчет о результатах исследования системной платы. Защитить отчет перед преподавателем.

Отчет по лабораторной работе выполняется на листах писчей бумаги формата А4. По согласованию с преподавателем отчет может быть оформлен в ученической тетради. Страницы отчета должны быть пронумерованы. Отчет должен содержать:

- 5) титульный лист, выполненный по общепринятому образцу;
- 6) текст задания на работу;
- 7) техническое описание изучаемой системной платы, включая схемы, фотографии, рисунки и эскизы, поясняющие устройство системной платы и её отдельных компонентов;
- 8) библиографический список использованных источников, выполненный по ГОСТ 7.1-84.

По согласованию с преподавателем студент может представить отчет с техническим описанием системной платы своего домашнего компьютера. Для более глубокого изучения аппаратных компонентов ПК и микроЭВМ следует воспользоваться традиционными литературными и электронными источниками, приведенными в тексте методических указаний и библиографическом списке.

## 6. ПРИМЕР ОПИСАНИЯ СИСТЕМНОЙ ПЛАТЫ

Системная плата модели RS480M2-IL (другое обозначение этой системной платы MS-7093 Ver. 1.0) разработана и произведена фирмой Microstar International (Тайвань). Она предназначена для установки микропроцессора из семейства Athlon 64 фирмы AMD. Системная плата имеет красный цвет. Внешний вид и устройство системной платы представлены на рис. 11 – 14.



Рис. 11. Внешний вид системной платы RS480M2-IL



Рис. 12. Внешний вид системной платы RS480M2-IL (вид  $\frac{3}{4}$ )



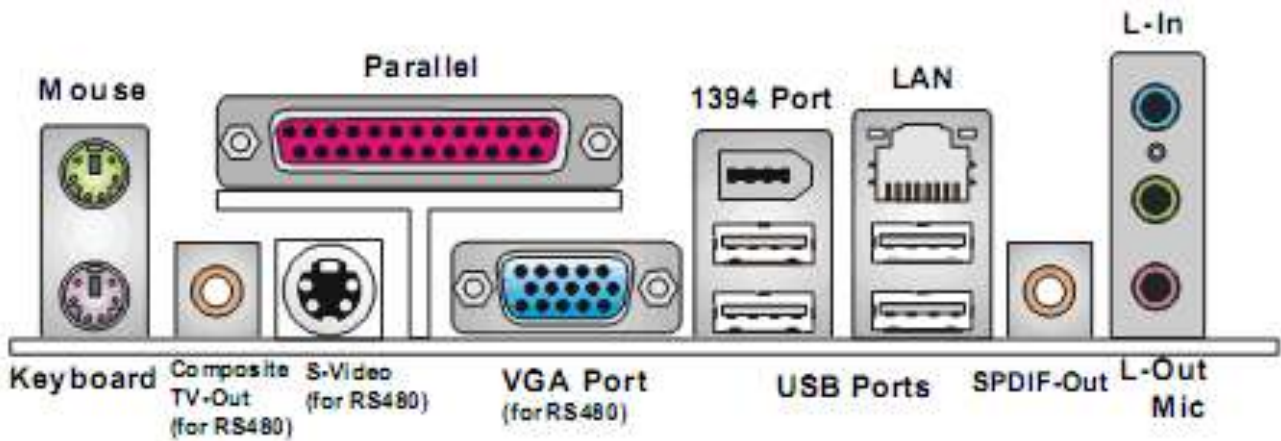


Рис. 13. Панель ввода-вывода системной платы RS480M2-IL

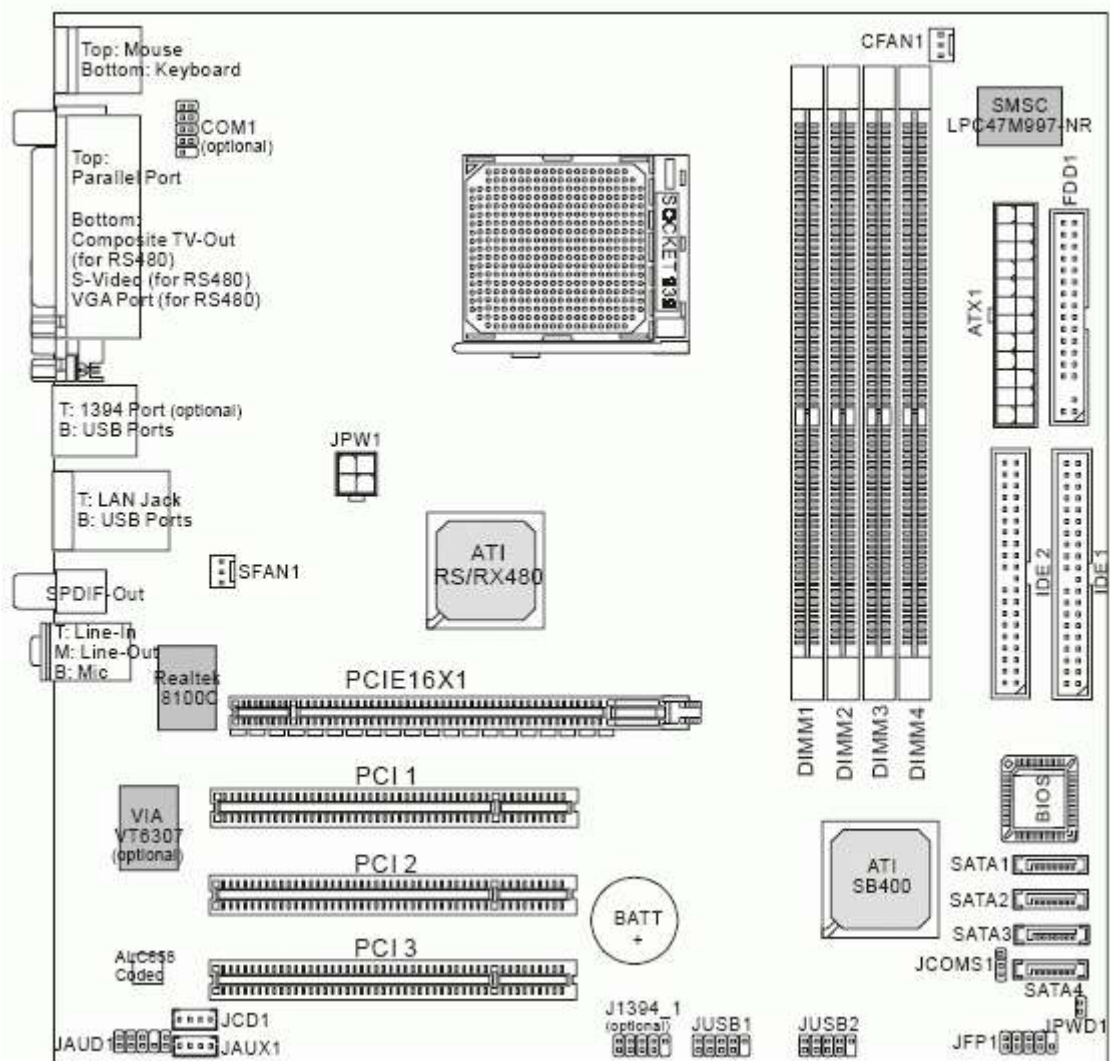


Рис. 14. Схема расположения элементов на системной плате RS480M2-IL

Данная системная плата компьютера оснащена интегрированными видеоадаптером, аудиоадаптером и сетевым адаптером и характеризуется следующими техническими параметрами:

- форм-фактор – micro-ATX;
- габаритные размеры системной платы – 240x240 мм;
- количество процессорных разъёмов – 1;



- тип процессорного разъёма – Socket-939;
- количество разъёмов интерфейса PCI – 3 белого цвета;
- количество разъёмов интерфейса PCI-Express – 1 типа 16x черного цвета, снабжен фиксирующим устройством для видеоадаптера;
- количество разъёмов для модулей оперативной памяти – 4 типа DIMM-184 для установки модулей памяти DDR SDRAM (два разъёма синего цвета и два разъёма черного цвета с целью идентификации двухканального режима работы контроллера оперативной памяти);
- количество разъёмов интерфейса Parallel ATA – 2 по 40 выводов;
- количество разъёмов интерфейса Serial-ATA – 4 по 7 выводов (оранжевого цвета);
- количество разъёмов интерфейса USB типа 2.0 – 4 основных и 4 дополнительных (всего 8);
- количество разъёмов сетевого адаптера – 1 типа RJ-45 для подключения локальной сети типа Ethernet (10 M) или Fast Ethernet (100 M). Данный разъём оснащен двумя светодиодными индикаторами контроля работоспособности сетевого адаптера;
- количество разъёмов интерфейса IEEE-1394 (FireWire) – 1 основной разъём и 1 дополнительный;
- количество разъёмов последовательного интерфейса (COM) – 1;
- количество разъёмов параллельного интерфейса (LPT) – 1.

Кроме перечисленных системная плата MSI RS480M2-IL имеет следующие разъёмы для подключения периферийных устройств:

- один 34-контактный двухрядный разъём – для подключения флоппи-дисководов;
- один разъём типа VGA синего цвета – для подключения монитора;
- один 4-контактный разъём типа S-Video черного цвета – для подключения телевизора в качестве монитора;
- один коаксиальный разъём типа TV-Out желтого цвета – для подключения телевизора в качестве монитора (композитный видеосигнал);
- один коаксиальный разъём типа SPDIF-Out оранжевого цвета – для подключения приемника звукового сигнала в цифровом формате;
- три разъёма интегрированного звукового адаптера – для подключения источников и приемников звуковых сигналов ("Линейный выход", "Линейный вход", "Микрофон");
- один разъём типа PS/2 фиолетового цвета – для подключения клавиатуры;
- один разъём типа PS/2 светло-зеленого цвета – для подключения манипулятора "мышь";
- два 4-контактных разъёма для подключения звуковых выходов приводов CD/DVD или голосового модема.

Процессорный разъём оснащен устройством для установки охлаждающего радиатора с вентилятором. Устройство состоит из металлической пластины, устанавливаемой с обратной стороны платы, и пластмассовой рамки, устанавливаемой с лицевой стороны платы. Обе части скрепляются винтами с гайками. Рамка снабжена выступами для закрепления радиатора процессора.

На системной плате установлен чипсет модели Radeon Xpress 200. Чипсет модели Radeon Xpress 200 разработан фирмой ATI Technologies Inc. (Канада) и был анонсирован 8 ноября 2004 г. Чипсет предназначен для поддержки работы одноядерных и двухядерных микропроцессоров семейства AMD Athlon 64, Athlon 64 FX, Athlon 64 X2 и Sempron.

Чипсет содержит две микросхемы: системный контроллер ("северный мост") – микросхема RS480 и контроллер ввода-вывода ("южный мост") – микросхема SB400 (другое наименование IXP400). Конструктивное исполнение обеих микросхем чипсета – BGA (Ball Grid Array).

Микросхема RS480 содержит модули интерфейса с микропроцессором, контроллер интерфейса PCI-Express (20 линий), видеоконтроллер. Микросхема SB400 содержит контроллеры интерфейсов PCI, PCI-Express (2 линии), Parallel ATA, Serial ATA с поддержкой технологии RAID, USB, а также модули синтезатора звука и программного модема. Микросхемы RS480 и SB400 информационно соединены между собой посредством двух линий интерфейса PCI-Express. Сопряжение микросхемы RS480 с микропроцессором типа Athlon 64 осуществляется с помощью системного интерфейса HyperTransport.

Структура чипсета Radeon Xpress 200 представлена на рис. 12. Комбинация микросхем RS480+SB400 обладает следующими основными техническими параметрами:

- число поддерживаемых микропроцессоров – 1;
- типы поддерживаемых микропроцессоров – AMD Athlon 64, Athlon 64 FX, Athlon 64 X2 и Sempron;
- конструктивное исполнение поддерживаемых микропроцессоров – Socket-754 или Socket-939;
- эффективная тактовая частота шины HyperTransport – 800 или 1000 МГц;
- разрядность шины HyperTransport – 16 бит;
- максимальный объем поддерживаемой оперативной памяти – 4 Гбайта (4096 Мбайт);
- типы поддерживаемой оперативной памяти – небуферизированная (Unbuffered) память типа DDR SDRAM без контроля ошибок (без ECC) спецификаций PC3200 (200 МГц), PC2700 (166 МГц), PC2100 (133 МГц);
- количество поддерживаемых разъёмов для модулей оперативной памяти – 4 типа DIMM-184 для установки модулей памяти DDR SDRAM;
- поддерживаемые системные интерфейсы – PCI, PCI-Express;
- контроллер интерфейса Parallel-ATA – 2 порта, максимальная скорость передачи данных – 133 Мбайт/с (протокол UltraDMA-133);
- интерфейс Serial-ATA – 4 порта первого поколения, максимальная скорость передачи данных – 150 Мбайт/с;
- поддержка технологии RAID с помощью интерфейса Serial ATA – уровни 0 и 1;
- количество поддерживаемых портов USB спецификации 2.0 – 8;
- количество поддерживаемых разъёмов интерфейса PCI – 7 спецификации 2.3 с разрядностью шины памяти 32 бита;
- количество поддерживаемых разъёмов интерфейса PCI-Express – один типа 16x, два типа 1x.

"Южный мост" SB400 поддерживает спецификацию AC-97, что позволяет формировать звуковые сигналы в формате 5.1 или 7.1, необходимые для работы многоканальных акустических систем. Микросхема SB400 поддерживает также спецификацию MC-97, позволяющую подключать к чипсету программный модем. Микросхема SB400 содержит контроллер интерфейса LPC (Low Pin Count), предназначенного для подключения к чипсету низкоскоростных периферийных устройств, микросхемы Super I/O и микросхему ПЗУ с программами базовой системы ввода-вывода компьютера (BIOS), а также интерфейс SMB (System Management Bus), предназначенную для управления энергопотреблением компьютера в соответствии с технологией ACPI (Advanced Configuration & Power Interface).

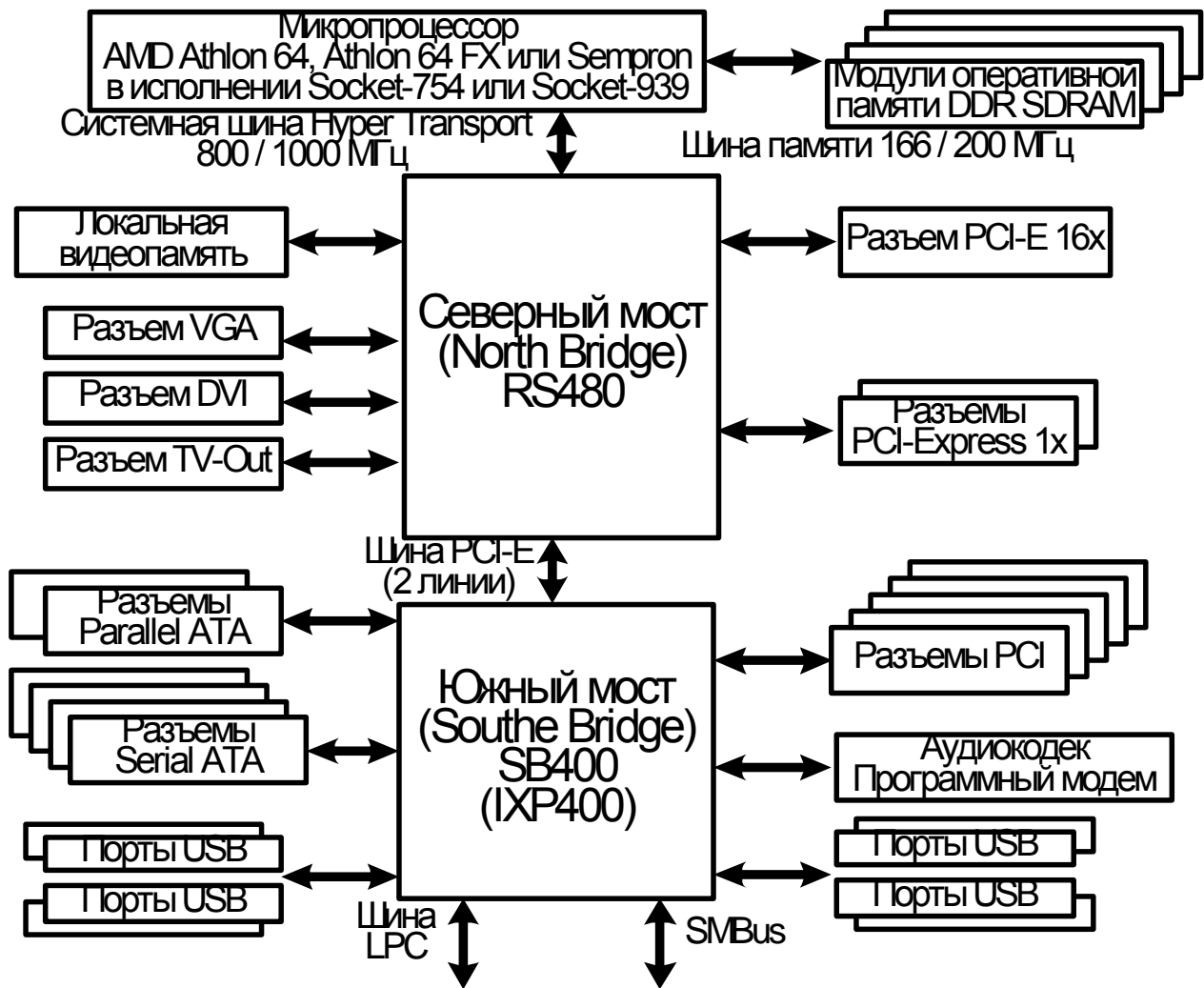


Рис. 12. Структура чипсета Radeon Xpress 200

Отличительной особенностью рассматриваемого чипсета является наличие в его структуре видеоконтроллера типа Radeon X300. Данный видеоконтроллер предназначен для работы с двумерными (2D) и трехмерными (3D) изображениями, поддерживает программные технологии Microsoft DirectX версии 9.0 и OpenGL. Максимальная разрешающая способность изображения, выводимого на экран монитора компьютера, – 2048x1536 пикселей при глубине цвета 32 бита. Ядро видеоконтроллера работает с номинальной тактовой частотой 300 МГц. Ядро содержит два параллельных конвейера обработки пикселей и один конвейер обработки текстур, а также модуль трансформации и освещения T&L (Transforming and Lighting). В качестве видеопамати с помощью технологии UMA (Unified Memory Area) используется часть общей оперативной памяти компьютера; при этом максимальный объем видеопамати составляет 256 Мбайт. Наибольшая производительность интегрированного видеоконтроллера достигается при использовании двухканального режима работы контроллера оперативной памяти. С помощью технологии HyperMemory возможно использование в качестве видеопамати специально выделенной локальной памяти (до 128 Мбайт), что позволяет еще более повысить скорость работы видеоконтроллера.

Видеоконтроллер поддерживает вывод изображения на аналоговый монитор через интерфейс VGA или на цифровой монитор через интерфейс DVI (Digital Visual Interface). При этом возможен одновременный вывод изображения на два монитора типа CRT/LCD (кинескопный монитор может работать совместно с жидкокристаллическим монитором). Тактовая частота цифроаналогового преобразователя видеоконтроллера (RAMDAC) составляет 400 МГц.

Видеоконтроллер поддерживает также интерфейс TV-Out, позволяющий использовать в качестве монитора компьютера бытовой телевизор. Изображение на экране телевизора может формироваться в стандартах NTSC или PAL. Максимальная разрешающая способность изображения, выводимого на экран телевизора, составляет 1024x768 пикселей при глубине цвета 32 бита. Кроме этого, видеоконтроллер содержит декодер телевизионных сигналов от внешнего TV-тюнера. Возможна одновременная работа выходов TV-Out и DVI.

Видеоконтроллер поддерживает также функции аппаратного ускорения и повышения качества сигналов DVD при воспроизведении видеофильмов.

Микросхема RS480 позволяет отключить внутренний видеоконтроллер и подключить внешний видеоадаптер с помощью интерфейса PCI-Express 16x.

В качестве "южного моста" совместно с микросхемой RS480 может использоваться микросхема фирмы ULi модели M1573. Технические характеристики этой микросхемы практически полностью соответствуют характеристикам микросхемы ATI SB400, за исключением того, что RAID-контроллер поддерживает режимы работы 0, 1, 0+1, JBOD (причем режимы 0 и JBOD поддерживаются при условии подключения не более чем двух накопителей).

Микросхема RS480 имеет модификацию RX480, которая не содержит видеоконтроллер.

Микросхема "северного моста" RS480 на плате RS480M2-IL снабжена охлаждающим радиатором черного цвета.

Рассматриваемая системная плата оснащена микросхемой Super I/O фирмы SMSC модели LPC 47M997-NR, которая содержит контроллеры некоторых периферийных устройств (клавиатуры, "мыши", флоппи-дисковода, COM- и LPT-портов) и выполняет функции аппаратного мониторинга. На плате установлены два 3-контактных разъема коричневого цвета для подключения вентиляторов охлаждения микропроцессора и системного блока (обозначены на плате как CFan и SFan соответственно).

Кроме перечисленных на плате установлены следующие элементы:

- микросхема ALC658 звукового кодера фирмы Avance Logic, которая позволяет воспроизводить многоканальный звук в формате 5.1;
- микросхема RTL8100C фирмы Realtek сетевого контроллера Fast Ethernet (номинальная скорость передачи данных 100 Мбит);
- микросхема VT6307 контроллера интерфейса IEEE-1394 (FireWire) фирмы VIA;
- трехканальный регулятор напряжения питания микропроцессора, на регулирующие элементы которого установлены охлаждающие радиаторы серебристого цвета;
- элемент питания CMOS-памяти типа CR2032 с номинальным напряжением 3 В;
- микросхема ПЗУ типа Flash-ROM марки SST 49LF004A для хранения программ базовой системы ввода-вывода (BIOS) информационной емкостью 4 Мбит (512 Кбайт).

На плате установлен 24-контактный двухрядный разъем питания ATX белого цвета и 4-контактный дополнительный разъем питания ATX12V белого цвета.

На плате установлена малогабаритная звукоизлучающая головка для звуковой индикации состояния работоспособности платы.

## 7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое системная плата компьютера?

2. Какие компьютерные фирмы являются крупными производителями системных плат для IBM-совместимых ПК и микроЭВМ?
3. Какие основные компоненты составляют системную плату IBM-совместимого компьютера?
4. Каким образом в корпус системного блока устанавливается системная плата?
5. По каким параметрам производится классификация системных плат?
6. Каким образом различаются системные платы форматов AT и ATX?
7. Какие существуют разновидности системных плат ATX?
8. Каким образом на системную плату устанавливается микропроцессор?
9. Каким образом на системную плату устанавливаются модули оперативной памяти?
10. С какой целью на системной плате устанавливается микросхема ПЗУ?
11. Какие разъёмы расширения могут присутствовать на системной плате?
12. Максимальное количество разъёмов интерфейсов ISA, VLB, PCI, AGP, PCI-Express, USB, которые могут присутствовать на системной плате?
13. Чем именно различаются между собой разъёмы интерфейсов PCI-Express 1x, 4x, 8x, 16x?
14. Сколько параллельных и последовательных коммуникационных портов типа COM и LPT могут присутствовать на системной плате?
15. Какие интерфейсы на системной плате предназначены для подключения устройств внешней дисковой памяти?
16. Чем различаются между собой интерфейсы SATA-I, SATA-II, SATA-III?
17. Какие интерфейсы уже не применяются в современных системных платах?
18. Что такое чипсет системной платы? Какие функции он выполняет?
19. Какие фирмы являются основными производителями чипсетов?
20. Сколько микросхем входят в состав чипсета? Каким образом осуществляется информационная связь микросхем чипсета?
21. Почему возникли названия "северный мост" и "южный мост" чипсета?
22. Какую терминологию использует фирма Intel для идентификации микросхем чипсета?
23. Какие функции выполняет "северный мост" чипсета?
24. Какие функции выполняет "южный мост" чипсета?
25. Какие преимущества и недостатки имеют чипсеты с несколькими интегрированными устройствами или контроллерами?
26. С какой целью совместно с чипсетом используется микросхема Super I/O?
27. Каким образом осуществляется охлаждение системной платы в целом и ее отдельных компонентов?
28. Нуждаются в охлаждении микросхемы чипсета во время работы компьютера? Каким образом в случае необходимости осуществляется отвод тепла от микросхем?
29. Каким образом назначение компьютера оказывает влияние на архитектуру и функциональные возможности чипсета?
30. Какие конструктивные исполнения применяются для микросхем чипсета?
31. По каким признакам системная плата считается универсальной?
32. Какие преимущества и недостатки имеют интегрированные системные платы тип All-In-Ones?
33. Каким образом осуществляется охлаждение процессора, установленного на системной плате? Какие конструктивные элементы предназначены для крепления охлаждающих устройств?
34. С какой целью системные платы оснащаются системой аппаратного мониторинга?
35. Что такое "джампер"? Какое назначение имеют джамперы на системных платах?
36. Каким образом системная плата сопрягается с блоком питания?

37. С какой целью на системных платах устанавливаются стабилизаторы напряжения питания?
38. Какой уровень потребляемой мощности имеют современные микропроцессоры и платы расширения?
39. Какие компьютерные технологии внедряются в системных платах в настоящее время?
40. Какие интерфейсы специально предназначены для подключения SSD?
41. Какие сетевые контроллеры и интерфейсы могут присутствовать на системных платах?
42. Какие структурные особенности имеют малогабаритные системные платы?
43. Какие специфические компоненты присутствуют на системных платах для промышленных компьютеров?
44. С какой целью на системной плате устанавливают звуковой излучатель?
45. Каково назначение источника электрического напряжения ("батарейки") на системной плате?

## 8. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

### 8.1. Основная литература

1. Асмаков С.В., Пахомов С.О. Железо 2010. КомпьютерПресс рекомендует. – СПб.: Питер, 2010. – 416 с.
2. Гук М. Аппаратные средства IBM PC: Энциклопедия. – 3-е изд. – М.и др.: Питер, 2006. – 923 с.
3. Колесниченко О.В. Аппаратные средства PC. / Колесниченко О.В., И.В. Шишигин, В.Г. Соломенчук. 6-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 800 с.
4. Максимов Н.В., Партыка Т.Л., Попов И.И. Технические средства информатизации: учебник. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013. – 592 с.
5. Мураховский В.И. Железо ПК. Новые возможности. – СПб.: Питер, 2005. – 592 с.
6. Мюллер С. Ремонт и модернизация ПК. 19-е изд. Пер. с англ. – М.: ООО "И.Д. Вильямс", 2011. – 1072 с.
7. Попов С.Н. Аппаратные средства мультимедиа. Видеосистема PC / Под ред. О.В. Колесниченко, И.В. Шишигина. – СПб.: БХВ-Петербург; Арлит, 2000. – 400 с.
8. Токарев В.Л. Аппаратные средства вычислительной техники: учеб. пособие для вузов. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2005. – 470 с.
9. Mueller Scott M. Upgrading and Repairing PC's. 22<sup>nd</sup> edition. – QUE Publishing, 2015. – 1428 p.

### 8.2. Периодические издания

1. "Компьютер-Пресс": [электронный ресурс] ежемесячный компьютерный журнал. – ISSN 0868-6157. <http://compress.ru>.
2. "Мир ПК": [электронный ресурс] ежемесячный журнал для пользователей персональных компьютеров. – ISSN 0235-3520. <http://www.osp.ru/pcworld/>.
3. "Hard'n'Soft" [электронный ресурс]: популярный ежемесячный журнал для увлеченных компьютерной техникой. – ISSN . <http://www.hardnsoft.ru/>.
4. "PC Magazine" / Russian Edition (на русском языке): [электронный ресурс] ежемесячный компьютерный журнал. – ISSN 0869-4257. <http://www.pcmag.ru/>.
5. "Upgrade": [электронный ресурс] еженедельный компьютерный журнал. – ISSN 1680-4694. <http://upweek.ru/>.

### 8.3. Интернет-ресурсы

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru>.
2. Интернет-Университет информационных технологий [www.intuit.ru](http://www.intuit.ru).
3. Интернет-ресурсы по аппаратному и программному обеспечению вычислительной техники: [www.ferra.ru](http://www.ferra.ru), [www.ixbt.com](http://www.ixbt.com), [www.3dnews.ru](http://www.3dnews.ru), [www.overclockers.ru](http://www.overclockers.ru), [www.notebookcheck.ru](http://www.notebookcheck.ru), [www.thg.ru](http://www.thg.ru), [www.hardwareluxx.ru](http://www.hardwareluxx.ru), [www.3dnews.ru](http://www.3dnews.ru).
4. Интернет-ресурсы производителей системных плат для микро-ЭВМ и ПК.

### 8.4. Дополнительная литература

20. Айден К, Фибельман Х., Крамер М. Аппаратные средства РС. – СПб BHV, 1996. – 544 с.
21. Борзенко А.Е. IBM PC: устройство, ремонт, модернизация. – М.: Компьютер–Пресс, 1996. – 344 с.
22. Ветров С. Компьютерное "железо". – М.: Солон-Р, 2002. – 559 с.
23. Гук М. Аппаратные средства РС: Энциклопедия. – СПб: Питер, 2001. – 928 с.
24. Ибрагим К.Ф. Устройство и настройка ПК. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 368 с.
25. Колесниченко О.В., Шишигин И.В. Аппаратные средства РС. – СПб: БХВ, 2004. – 1152 с.
26. Минаси М. Ваш ПК: устройство, принцип работы, модернизация, обслуживание и ремонт: Полное руководство. – К.: ВЕК+, 2004. – 1008 с.
27. Мураховский В.И. Железо ПК: Практическое руководство. – М.: ДЕСС-КОМ, 2003. – 688 с.
28. Мюллер С. Модернизация и ремонт ПК. – М.: Вильямс, 2004. – 1344 с.
29. Пилгрим А. Персональный компьютер: модернизация и ремонт – СПб: BHV, 1999. – 528 с.
30. Пресс Б., Пресс М. Ремонт и модернизация ПК. Библия пользователя.– М.: Вильямс, 2000. – 1120 с.
31. Рудометов Е., Рудометов В. Материнские платы и чипсеты. – СПб: Питер, 2002. – 352 с.
32. Трасковский А. Устройство, модернизация, ремонт IBM PC. – СПб: БХВ, 2003. – 608 с.
33. Фролов И. Компьютерное "железо". Руководство пользователя. – М.: Познавательная книга плюс, 2001. – 352 с.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

### МИКРОПРОЦЕССОРЫ

#### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Изучение архитектуры микропроцессоров, используемых в универсальных микро-ЭВМ с целью приобретения умений и навыков проектирования и эксплуатации вычислительных систем.

#### 2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

##### 2.1. Общие сведения о микропроцессорах

*Процессор* является основным узлом вычислительного устройства, в функции которого входит исполнение находящегося в памяти программного кода. В настоящее время под словом "процессор" подразумевают *микропроцессор* – микросхему, которая, помимо собственно процессора, может содержать и другие узлы. Современные микропроцессоры, содержат, например, кэш-память, арифметический сопроцессор, контроллер оперативной памяти, графический контроллер, контроллеры интерфейсов периферийных устройств и устройств внешней памяти, таймеры, тактовые генераторы и другие устройства. Такие высокоинтегрированные микросхемы получили наименование SoC (System On Chip) – однокристальные системы.

В IBM-совместимых персональных компьютерах (ПК) и микро-ЭВМ применяются процессоры *семейства x86*. В оригинальной машине IBM PC использовался микропроцессор Intel i8088 с 16-разрядными регистрами. Все следующие модели микропроцессоров с 16- и 32-разрядными регистрами включают в себя системы команд и архитектуры предыдущих моделей, обеспечивая совместимость с ранее созданным программным обеспечением ПО. Новые поколения микропроцессоров с 64-битными расширениями также поддерживают все команды и режимы своих предшественников.

Большинство современных компьютеров с архитектурой IBM PC/AT оснащены микропроцессорами фирм Intel или AMD. Гораздо реже в современных компьютерах устанавливаются микропроцессоры фирмы VIA. В мультипроцессорных конфигурациях (обычно два, реже четыре и более процессоров) применяются микропроцессоры, имеющие соответствующие аппаратные возможности: Intel Pentium, Pentium Pro, Pentium II, Pentium III, Pentium 4, Xeon, а также AMD Athlon-MP и Opteron. В компьютерах прежних лет выпуска применялись клоны микропроцессоров Intel 80x86 от фирм Transmeta, Cyrix, IBM, UMC, IDT, SGS-Thomson, Texas Instruments, NEC, NexGen, Chip&Technologies (C&P), Harris Semiconductor, Siemens и др.

В таблице 2.1 представлен перечень основных моделей микропроцессоров семейства 80x86, предназначенных для IBM-совместимых микро-ЭВМ и ПК. В скобках приведены условные обозначения и наименования модификаций базовой модели микропроцессора.

Таблица 2.1

Микропроцессоры семейства x86 и x86-64

Фирма-разработчик	Обозначение микропроцессора (в скобках приведены наименования модификаций процессорных ядер)
Intel	i8086, i8088, i80186, i80188, i80286
	i80386 (SX, DX, SL, CX, EX), 80376
	i80486 (SX, SL, SXL, SX2, DX, DXL, DX2, DX4, GX)
	Pentium (P5, P54C, P54M), Pentium OverDrive
	Pentium MMX (P55C), Pentium MMX Mobile



Фирма-разработчик	Обозначение микропроцессора (в скобках приведены наименования модификаций процессорных ядер)
	Pentium Pro (P6, P6L, P6T)
	Pentium II (Klamath, Deshutes), Pentium II OverDrive, Pentium II Mobile
	Pentium III (Katmai, Coppermain, Tualatin, Tualatin-S), Pentium III Mobile
	Pentium II Xeon (Dixon), Pentium III Xeon (Tanner, Cascades)
	Celeron (Covington, Mendocino, Coppermain-128, Tualatin), Celeron Mobile
	Pentium 4 (Willamette, Northwood A, Northwood B, Northwood C, Gallatin)
	Pentium 4E (Prescott, Prescott-2M, Cedar Mill), Pentium 4 EE (Extreme Edition)
	Pentium D (Smithfield, Presler)
	Pentium XE (eXtreme Edition)
	Pentium Dual Core (Allendale)
	Xeon, Xeon MP (Nocona, Irwindale, Cranford, Potomac, Paxville DP, Paxville MP, Foster, Prestonia, Dempsey), Dual-Core Xeon LV (Sossaman)
	Celeron, Celeron D (Willamette, Northwood, Prescott)
	Pentium 4M, Pentium M (Banias, Dothan, Yonah)
	Celeron M (Shelton, Banias-512, Dothan-1024, Stealey, Yonah-1024, Merom-L)
	Core Solo, Core Duo, Pentium Dual-Core (Yonah)
	Core 2 Duo (Conroe, Allendale, Merom, Wolfdale, Penryn)
	Core 2 Quad (Kentsfield, Yorkfield)
	Core 2 Extreme (Conroe, Kentsfield, Yorkfield, Santa Rosa)
	Pentium Dual Core (Conroe, Merom-2M, Allendale, Wolfdale, Wolfdale-2M, Wolfdale-3M)
	Celeron (Conroe-L, Comroe-CL), Celeron Dual Core (Conroe-L, Wolfdale)
	Dual-Core Xeon (Woodcrest, Clovertown), Quad-Core Xeon (Harpertown)
	Core i7, Core i5, Core i3, Xeon-E (Nehalem, Westmere, Bloomfield, Gulftown, Lynnfield, Clarkdale, Clarksfield, Arrandale, Sandy Bridge, Ivy Bridge, Haswell, Devil's Canyon, Broadwell, Skylake, Kaby Lake, Cannonlake)
	Core i7 Extreme Edition (Bloomfield, Gulftown, Sandy Bridge-E, Ivy Bridge-E)
	Xeon UP/DP (Clarkdale, Lynnfield, Bloomfield, Gainstone, Jasper Forest, Gulftown, Westmere, Westmere EX), Xeon MP (Beckton)
	Pentium G, Celeron (Arrandale, Clarkdale, Jasper Forest, Ironlake, Sandy Bridge, Ivy Bridge, Haswell, Skylake)
	Atom (Silverthorne, Oak Trail, Lincroft, Clover Trail, Cloverview, Diamondville, Pineview, Cedar Trail, Cedarview, Bay Trail, Cherry Trail, Valleyview, Braswell)
	Itanium, Itanium 2 (Poulson, Kittson)
AMD	Am8086, Am8088, Am80C86, Am80C88
	Am80186, Am80188, Am80L186, Am80L188, Am186EM
	Am80286, Am80C286, Am80EC286, Am80L286
	Am386 (SX, SXL, SXLV, DX, DXL, DXLV, DE, SE, EM)
	Am486 (SX, SXLV, SX2, SE, DX, DXL, DXLV, DX2, DXL2, DX4, DX4SE)
	Enhanced Am486DX2, Enhanced Am486DX4, Am5x86
	K5 (SSA5, 5k86), K6, K6-2 (Chomper), K6-2+, K6-III (Sharptooth), K6-III+
	Athlon (Argon, K7, K75, Pluto, Orion, Thunderbird)
	Athlon XP (Palomino, Corvette, Thoroughbred-A, Thoroughbred-B, Barton, Thorton)
	Athlon MP (Palomino, Thoroughbred-B, Barton)
	Athlon XP-M (Thoroughbred, Barton, Dublin)
	Mobile Athlon 4 (Corvette, QuantiSpeed)

Фирма-разработчик	Обозначение микропроцессора (в скобках приведены наименования модификаций процессорных ядер)
	Duron (Spitfire, Camaro, Morgan, Applebred)
	Athlon 64 (ClawHammer, NewCastle, Winchester, San Diego, Venice, Orleans, Lima, Sparta)
	Athlon 64 FX (ClawHammer, San Diego, Toledo)
	Opteron (SledgeHammer, ClawHammer, Venus, Troy, Athens, Denmark, Italy, Egypt, Santa Ana, Santa Rosa, Barcelona, Shanghai, Istanbul, Magny-Cours, Lisbon, Interlagos, Valensia, Zurich, Delhi, Abu Dhabi, Warsaw)
	Mobile Athlon 64 (Odessa, Oakville, Newark), Mobile Athlon X2 (Trinidad)
	Athlon 64 X2 (Manchester, Toledo, Windsor)
	Sempron (Thoroughbred-B, Barton, Thorton, Palermo, Paris, Palermo, Manila, Sparta, Sargas, Brisbane, Regor, Kabini)
	Mobile Sempron (Georgetown, Albany, Richmond)
	Geode (GX, LX, NX)
	V-Series (Danube, Champlain), E-350 (Zacate)
	Turion 64, Turion 64 X2, Turion X2 Ultra, Turion II, Turion II Ultra, Turion II Neo (Lancaster, Richmond, Sable, Taylor, Trinidad, Tyler, Lion, Griffin, Caspian, Champlain)
	Athlon X2 (Kuma, Regor)
	Athlon II (Sargas), Athlon II X2 (Regor), Athlon II X3 (Rana), Athlon II X4 (Propus)
	Phenom X3 (Toliman), Phenom X4 (Agena)
	Phenom II X2 (Callisto), Phenom II X3 (Heka), Phenom II X4 (Deneb, Zosma, Propus), Phenom II X6 (Thuban)
	Phenom II Mobile (Champlain), Athlon II Mobile (Caspian), Sempron Mobile (Caspian)
	FX (Zambezi, Vishera)
	APU (Accelerated Processing Unit) A4/A6/A8/A10, Athlon (Bobcat, Brazos, Bulldozer, Steamroller, Excavator, Piledriver, Llano, Beema, Mullins, Puma, Jaguar, Kabini, Temash, Zacate, Ontario, Deccan, Carrizo, Trinity, Richland, Kaveri, Godavari, Zen)
	GX (Jaguar)
Cyrix	Cx486 (SLC, DLC, SRx, SRx2, DRx, DRx2, S, S2, DX, DX2, DX4)
	Cx5x86, M I (Cx6x86, Cx6x86L, Cx6x86LV), Cx6x86MX, M II
	Media GX, -GXM
VIA	VIA Cyrix III (Cayenne, Gobi, Joshua, Matthew)
	VIA C3 (Samuel, Samuel 2, Ezra, Ezra-T, Eden, Nehemiah, Antaur)
	VIA ZS (Isaiah II)
Centaur	WinChip (IDT C6), WinChip 2 (A, B), WinChip 3
Rise	mP6 (Kirin, Lynx, Dragon)
Transmeta	Crusoe (TM3200, TM5400, TM5600, TM5500, TM5800, TM5700, TM5900)
	Efficeon (Astro)
NexGen	
	Nx586, Nx586FP, Nx686

Фирма-разработчик	Обозначение микропроцессора (в скобках приведены наименования модификаций процессорных ядер)
NEC	V20, V25 (+), V30, V33, V35 (+), V40, V45, V50, V55
Texas Instr.	TI80486 (SXL, SXLC, SLC, SXL2, SXLC2, DLC, DX2, DX4)
IBM	IBM 386SLC, 486 (SLC, SLC2, DLC, DLC2) (по лицензии Cyrix) Blue Lightning (486BLX, -BLX2, -BLX3) IBM 5x86C, M I (L, LV), M II
SGS-Thomson	ST486 (DX2, DX4), 5x86, M I (по лицензии Cyrix)
UMC	U5S, U5SD, U5SF, U5SLV, U5FLV, U486SX2, U486DX2
C&T	38600SX, 38605SX, 38600DX, 38605DX
Harris Semic.	HS80C86, HS80C88, HS80C286
Siemens	SAB8086, SAB8088, SAB80186, SAB80188, SAB80286
OKI Semic.	MSM80C86, MSM80C88
Hitachi	H80C88
СССР	K1810BM86, K1810BM86M, K1810BM88

Микропроцессоры как сложные технические устройства характеризуются обширным набором характеристик, которые можно подразделить на три категории: алгоритмические (или архитектура процессора), схемотехнические и эксплуатационные. Алгоритмические характеристики определяют возможности микропроцессора как устройства обработки данных. Схемотехнические характеристики описывают требования к электрическому обрамлению микропроцессора. Эксплуатационные характеристики определяют условия конструктивного оформления и правильной эксплуатации микропроцессора. В таблице 2.2 представлен перечень базовых технических характеристик микропроцессоров.

Таблица 2.2

## Система технических характеристик микропроцессоров

Алгоритмические характеристики	Схемотехнические характеристики	Эксплуатационные характеристики
1. Количество и назначение регистров общего назначения 2. Количество и назначение специальных регистров 3. Объем адресуемой памяти 4. Количество адресуемых портов ввода вывода 5. Ёмкость внутренних устройств оперативной и постоянной памяти	1. Параметры технологического процесса изготовления кристалла микропроцессора 2. Перечень входных и выходных сигналов 3. Система синхронизации (тактовых сигналов) 4. Характеристики электрического питания	1. Тип корпуса, его габаритные размеры, масса 2. Конструкционный материал корпуса 3. Количество и расположение выводов 4. Параметры окружающей среды (диапазоны температуры, влажности, вибрации, ускорения и др.)

Алгоритмические характеристики	Схемотехнические характеристики	Эксплуатационные характеристики
6. Организация кэш-памяти 7. Разрядности арифметико-логических устройств, регистров, шины данных и шины адреса 8. Форматы обрабатываемых данных 9. Система команд 10. Длительность выполнения команд, параметры быстродействия 11. Система прерываний	5. Статические параметры входных и выходных электрических сигналов 6. Динамические параметры входных и выходных электрических сигналов	5. Параметры надежности работы микропроцессора (наработка на отказ, срок службы, механическая прочность корпуса, максимальная температура кристалла и др.)

Существуют различные исполнения корпусов микропроцессоров и способы их монтажа на системную плату компьютера.

1. Корпус микропроцессора припаивается к соответствующим контактным площадкам системной платы. В этом случае оперативная замена микропроцессора с целью ремонта или модернизации компьютера невозможна. Такое решение часто используется в одноплатных микро-ЭВМ, портативных и мобильных компьютерах. Микропроцессор в этом случае выполнен в корпусе типа LCC (Leadless Chip Carrier) или в корпусе типа QFP (Quad Flat Pack) с планарным расположением выводов. Кроме этого для микропроцессоров, припаиваемых к плате, используется также корпуса типа TCP (Tape Carrier Package) и BGA (Ball Grid Array), не имеющие проволочных выводов. В настоящее время корпуса типа BGA широко используются для микропроцессоров и иных микросхем вычислительной техники.

2. Корпус микропроцессора устанавливается на специальной промежуточной плате с краевыми контактами, которая в свою очередь устанавливается под углом 90° в соответствующий разъем системной платы. Вся конструкция заключается в специальный корпус – картридж, который снабжается охлаждающими устройствами. Кроме микропроцессора на промежуточной плате могут устанавливаться микросхемы внешней кэш-памяти и вспомогательные электронные компоненты. Такое конструктивное исполнение микропроцессорного модуля получило наименования SECC (Single Edge Contact Cartridge) и SEPP (Single Edge Processor Package). Исполнение SECC предусматривает монтаж микросхем на обеих сторонах печатной платы. Исполнение SEPP представляет собой облегченный картридж без задней крышки с односторонним расположением микросхем на плате. Картриджи применялись для микропроцессоров Pentium II, Pentium III, Celeron в исполнении Slot-1, для микропроцессоров Xeon в исполнении Slot-2, а также для микропроцессоров Athlon в исполнении Slot-A.

3. Корпус микропроцессора устанавливается в специальный разъем системной платы, который предусматривает многократный монтаж и демонтаж микропроцессора. Корпус микропроцессора имеет конструктивное исполнение типа PGA (Pin Grid Array). Корпус PGA имеет позолоченные выводы, расположенные в несколько рядов перпендикулярно плоскости разъема. Существует несколько разновидностей корпусов типа PGA:

- SPGA – Staggered PGA (шахматное расположение выводов);
- PPGA – Plastic PGA (пластмассовый корпус);
- CPGA – Ceramic PGA (керамический корпус);
- OPGA – Organic PGA;
- FC-PGA – Flip Chip PGA;
- $\mu$ PGA – Micro PGA.

Для их установки микросхем в корпусе PGA на системную плату предназначается соответствующий разъем (socket) типа LIF (Low Insertion Force) или ZIF (Zero Insertion

Force). Разъёмы типа ZIF получили исключительное распространение в универсальных системных платах для настольных компьютеров, так как позволяют устанавливать микросхему с большим числом выводов практически без усилий. Сам разъём ZIF состоит из двух частей: нижней и верхней. Нижняя часть разъёма содержит пружинные контакты и жестко устанавливается на системную плату. Верхняя часть разъёма, в которую непосредственно устанавливается микропроцессор, является подвижной. Разъём снабжен также специальным поворотным механизмом с рычажком для ручного управления механическим замком выводов микросхемы.

Конструктивное исполнение корпуса микропроцессора типа PGA предполагает, что корпус микросхемы имеет игольчатые выводы, а процессорный разъём типа LIF или ZIF – соответствующие отверстия. В настоящее время разъём типа ZIF для своих микропроцессоров использует фирма AMD.

4. Фирма Intel в настоящее время использует для своих микропроцессоров специальный разъём LGA – Lageded Grid Array. Технология LGA, предложенная фирмой Intel изначально для микропроцессоров Pentium 4, предполагает, что игольчатые выводы располагаются в процессорном разъёме, а корпус микропроцессора имеет соответствующие контактные площадки. Аналогичные разъёмы применяются AMD для серверных процессоров Opteron.

Разъём LGA предусматривает многократную замену микросхемы, но его механическая прочность при этом ниже, чем у разъёмов ZIF или LIF.

В таблице 1 приведены основные параметры разъёмов для установки микропроцессоров фирм Intel, AMD и их клонов.

Таблица 1.1 Типы разъёмов и соответствующих корпусов микропроцессоров

Наименование разъёма	Тип устанавливаемого микропроцессора	Число выводов
Socket-1	80486	168/169
Socket-2	80486, Pentium OverDrive	238
Socket-3	Intel 80486, Pentium OverDrive; AMD 80486, 5x86; Cyrix 486, Cx5x86; IBM Blue Lightning; TI 486; ST 486; UMC 5S	237
Socket-4	Pentium P5	273
Socket-5	Pentium P54C, P54CS	320
Socket-6	Pentium OverDrive	235
Socket-7, Super Socket 7	Pentium P54C, Pentium MMX, Pentium ODP; AMD K5, K6, K6-2, K6-III; Cyrix Cx6x86, MI, MII; IDT C6, WinChip; Rise mP6; VIA	321
Socket-8	Pentium Pro, Pentium II OverDrive	387
Slot-1	Pentium II, Pentium III, Celeron	242
Slot-2	Pentium II Xeon, Pentium III Xeon	330
Slot-A	AMD K7 (Athlon)	242
Socket-A	Athlon, Athlon XP, Athlon MP, Duron, Sempron, Geode NX	462
Socket-563	Athlon XP-M	563
Socket-370	Pentium III, Celeron, VIA Cyrix, VIA C3	370
Socket-423	Pentium 4 (Willamette)	423
Socket-478	Pentium 4, Celeron (Willamette, Northwood, Prescott), Pentium M, Celeron M, Celeron D	478
Socket-479	Pentium M, Celeron M, VIA C7	479
Socket M	Mobile Core Solo, Core Duo, Core 2 Duo, Pentium Dual-Core, Celeron M	478
Socket P	Mobile Core 2 Duo	478

Наименование разъема	Тип устанавливаемого микропроцессора	Число выводов
Socket-F (Intel)	Pentium 4 Xeon	603/604
Socket-N	Dual Core Xeon LV	
Socket-754	Athlon 64, Sempron	754
Socket-939	Athlon 64, Athlon FX, Athlon 64 X2, Opteron, Sempron	939
Socket-940	Opteron, Athlon 64 X2	940
Socket AM2 Socket AM2+	Athlon 64, Athlon 64 FX, Athlon 64 X2, Athlon X2, Opteron, Sempron	940
Socket AM3	Athlon II, Phenom, Phenom II, FX, Opteron, Sempron	941
Socket AM3+	Athlon II, Phenom, Phenom II, FX, Opteron, Sempron	942
Socket FM1	AMD APU	905
Socket FM2 Socket FM2+	AMD APU, Athlon X4	904
Socket FS1	AMD APU (Kabini)	722
Socket AM1	AMD APU Athlon, Sempron (Kabini)	721
Socket AM4	AMD APU (Zen, Bristol Ridge, Summit Ridge)	1331
Socket S1 (S1g1, S1g2, S1g3, S1g4)	AMD V-series, Sempron, Athlon 64, Athlon 64 X2, Turion 64, Turion 64 X2, Turion X2 Ultra, Athlon II Dual-Core, Turion II Dual-Core, Turion II Ultra Dual-Core, Phenom II Dual-Core, Phenom II Triple-Core, Phenom II Quad-Core	638
Socket T	Pentium 4 (Prescott), Celeron D, Core 2 Duo, Core 2 Quad	775
Socket J	Xeon	771
Socket B	Core i7 (Bloomfield, Gulftown, Gainestown)	1366
Socket B2	Core i7 (Sandy Bridge)	1366
Socket H	Core i3, Core i5, Core i7, Pentium G, Celeron (Lynnfield, Clarkdale)	1156
Socket H2	Core i3, Core i5, Core i7, Pentium G, Celeron (Sandy Bridge, Ivy Bridge)	1155
Socket H3	Core i3, Core i5, Core i7, Pentium G, Celeron (Haswell, Devil's Canyon, Broadwell), Xeon	1150
Socket H4	Core i3, Core i5, Core i7, Pentium G, Celeron (Skylake-S)	1151
Socket R	Core i7 (Sandy Bridge-E, Ivy Bridge-E, Haswell-E, Broadwell-E)	2011
Socket 441	Atom	441
Socket G1	Mobile Core i3, Core i5, Core i7, Pentium, Celeron (Arrandale)	988
Socket G2	Mobile Core i3, Core i5, Core i7, Pentium, Celeron (Sandy Bridge, Ivy Bridge)	988
Socket G3	Mobile Core i3, Core i5, Core i7, Pentium, Celeron (Haswell, Broadwell)	947
Socket F Socket F+ (AMD)	Opteron (Santa Rosa, Santa Ana)	1207
Socket C32	Opteron 4000	1207
Slot-M	Itanium	
PAC418	Itanium	418
PAC611	Itanium 2	611
Socket TW	Itanium (Tukwila)	1248
Socket LS	Xeon MP (Westmere EX)	1567
Socket G34	Opteron 6000, 6100	1974
LGA 3647	Xeon v5 (Skylake-E)	3647

## 2.2. Арифметический сопроцессор

Арифметический сопроцессор устанавливался только на устаревших системных платах для микропроцессоров 8086, 8088, 80286 80386SX/DX, 80486SX, которые не имеют встроенного устройства обработки вещественных чисел с плавающей запятой. Все микропроцессоры семейства x86, начиная с 80486DX, оснащены встроенным арифметическим сопроцессором.

Как правило, для установки микросхемы арифметического сопроцессора предназначался специальный разъём на системной плате. Кроме арифметических сопроцессоров Intel применялись сопроцессоры фирм AMD, Cyrix, ИТ, ULSI, C&T, а также сопроцессоры Abacus фирмы Weitek, которые имели архитектуру, отличную от сопроцессоров 80x87.

В табл 2 представлен перечень моделей арифметических сопроцессоров, предназначенных для IBM-совместимых микроЭВМ и ПК. В скобках приведены условные обозначения модификаций базовой модели сопроцессора.

Таблица 2

Арифметические сопроцессоры

Фирма-разработчик	Обозначение сопроцессора
Intel	i8087, i80187, i80287 (XL), i80387 (SX, DX, SL), i80487 (SX)
AMD	Am80C287
Cyrix	Cx287, FastMath (Cx82S87, Cx83D87, Cx83S87, Cx387+, EMC87)
	Cx387DX, Cx387SX, Cx4C87DLC, Cx487S
ULSI	Math*Co (83S87, 83C87)
ИТ	2C87, 3C87, 3C87SX, 4C87DLC, 4C87
C&T	Super Math (38700DX, 38700SX)
NexGen	Nx587
Weitek	Abacus (1167, 3167, 4167)
СССР	K1810BM87

## 2.3. Микропроцессоры ARM

Компания ARM Holdings стала широко известной в мире информатики и вычислительной техники благодаря разработке и лицензированию собственной архитектуры процессоров типа RISC.

Микропроцессоры с архитектурой ARM сейчас очень популярны в среде разработчиков мобильных устройств и встраиваемых систем различного применения. Самые массовые из них — это мобильные телефоны, смартфоны, коммуникаторы, мультимедийные устройства. Архитектура ARM обладает такими полезными свойствами, как удобная и эффективная система команд, мощная поддержка при разработке не только аппаратной базы, но и программного обеспечения, высокая энергетическая эффективность. Микропроцессоры

ARM имеют разрядность регистров 32 или 64 бита, они существуют в одноядерном и мультиядерном исполнениях. В частности, одно из возможных применений мультиядерных микропроцессоров ARM – вычислительные системы, сравнимые по производительности с их аналогами на архитектуре x86, а то и превосходящие их.

Целевая область применения микропроцессоров ARM – это мобильные приложения с высокими требованиями по производительности совместно с ограниченными энергетическими ресурсами. Благодаря масштабируемой пиковой производительности, мультиядерные процессоры могут достаточно легко справляться с требованиями современных высокопроизводительных встраиваемых приложений при обеспечении высокой экономической эффективности. К настоящему времени лицензию на выпуск процессоров ARM приобрели более 15 компаний, включая Broadcom, NEC Electronics, NVIDIA, Renesas Technology, Toshiba и Sarnoff Corporation.

### 3. ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Образцы микропроцессоров, специальная учебная и справочная литература, Интернет-ресурсы по аппаратному обеспечению ЭВМ, программные средства просмотра файлов в формате PDF или DJV.

### 4. ЗАДАНИЕ НА РАБОТУ

Задание на лабораторную работу выдается каждому студенту в индивидуальном порядке. Оно содержит наименование микропроцессора, для которого следует составить подробное техническое описание.

### 5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- i. Ознакомиться с теоретическими положениями лабораторной работы, изучить архитектуру процессоров типа IA-32, x86-64. Ответить на контрольные вопросы.
- ii. Получить у преподавателя индивидуальное задание (модель микропроцессора).
- iii. Составить подробное техническое описание изучаемого микропроцессора, оформить его в виде отчета о проделанной лабораторной работе.
- iv. Защитить отчет перед преподавателем с демонстрацией знаний по архитектуре изучаемого микропроцессора.

Отчет по лабораторной работе выполняется на листах писчей бумаги формата А4. По согласованию с преподавателем отчет может быть оформлен в ученической тетради. Страницы отчета должны быть пронумерованы. Отчет должен содержать:

1. титульный лист, выполненный по общепринятому образцу;
2. текст индивидуального задания;
3. техническое описание изучаемого микропроцессора, сопровождаемое необходимыми иллюстративными материалами (схемами, диаграммами, графиками и т.п.);
4. ответы на контрольные вопросы (по указанию преподавателя);
5. библиографический список использованных бумажных и электронных источников информации, выполненный по ГОСТ 7.1-84.



## 6. ПРИМЕР ОПИСАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРА

Индивидуальное задание: микропроцессор Athlon 64 модели 3000+ производства фирмы Advanced Micro Devices (AMD).

Athlon 64 – первый микропроцессор компании AMD с 64-разрядными регистрами общего назначения, предназначенный для офисных, домашних и мобильных компьютеров, был представлен 23 сентября 2003 г. Процессор построен на архитектуре AMD64 и относится к восьмому поколению (K8) микропроцессоров AMD. Микропроцессоры Athlon 64 с ядром Winchester были представлены 15 сентября 2004 г. Выпуск одноядерных микропроцессоров Athlon 64 в исполнении Socket-939 с ядром Winshester был полностью прекращён в 2006 г. Данный микропроцессор мультипроцессорные конфигурации не поддерживает.

Микропроцессор Athlon 64 относится к классу CISC-процессоров, т.е. процессоров, имеющих сложную систему команд (CISC – Complex Instruction Set Computer). Структура микропроцессора представлена на рис. 1. На рис. 2 представлена схема процессорного ядра. Процессор имеет суперскалярную архитектуру с тремя арифметико-логическими устройствами (АЛУ), предназначенными для выполнения операций с целочисленными данными. Микросхема содержит также встроенный арифметический сопроцессор (FPU – Float Point Unit), двухуровневую кэш-память (L1 Cache и L2 Cache соответственно), двухканальный контроллер оперативной памяти типа DDR SDRAM, контроллер интерфейса HyperTransport, тактовые генераторы, модули управления. Арифметический сопроцессор также имеет три потока исполнения операций с данными вещественного типа.

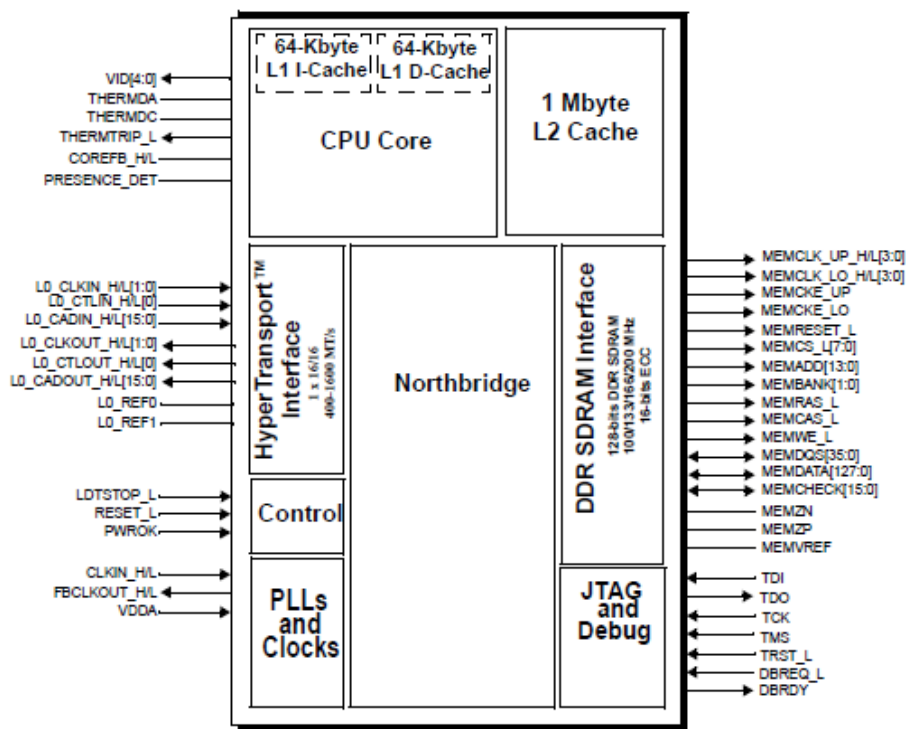


Рис. 1. Схема ядра процессора Athlon 64

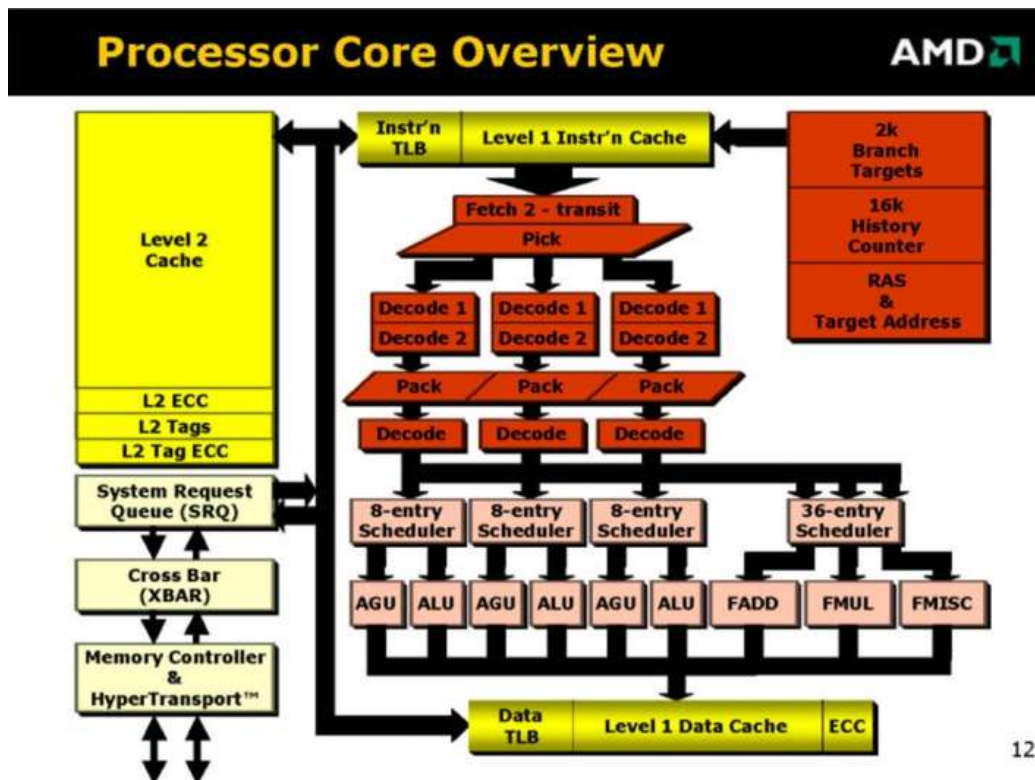


Рис. 2. Схема ядра процессора Athlon 64

Интеграция контроллера оперативной памяти в структуру процессора позволила снизить задержки при обращении к памяти. Двухканальный контроллер оперативной памяти позволяет объединить два физических 64-разрядных модуля DIMM в один логический с удвоением разрядности шины данных. С помощью интерфейса HyperTransport производится сопряжение микропроцессора с набором микросхем (чипсетом) системной платы. Схема взаимодействия микропроцессора с оперативной памятью и чипсетом представлена на рис. 3.

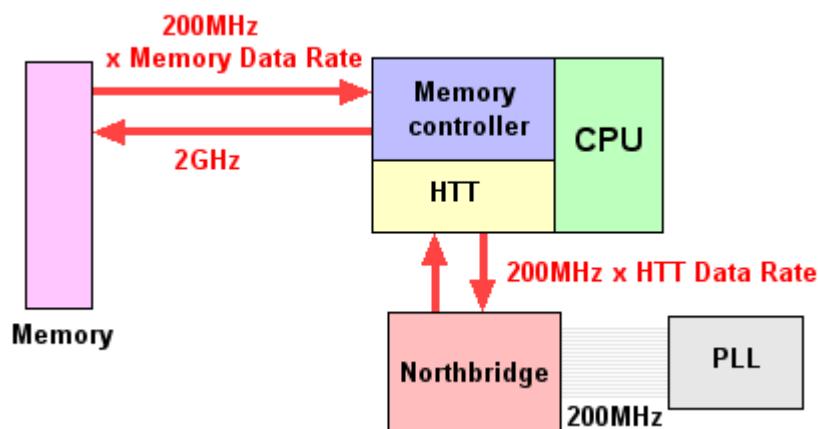


Рис. 3. Схема сопряжения процессора Athlon 64 с оперативной памятью и чипсетом системной платы

CPU – Central Processing Unit;

Memory – оперативная память;

Memory controller – устройство управления памятью;

HTT – интерфейс HyperTransport;

Northbridge – микросхема чипсета системной платы;

PLL – Phase-Locked Loop, генератор тактовых импульсов со схемой фазовой автоматической подстройки частоты (ФАПЧ).

Для работы с микропроцессорами Athlon 64 в исполнении Socket-939 были предназначены следующие наборы микросхем:

AMD – nForce3 150, nForce3 250, nForce3 250Gb, nForce4, nForce4-4x, nForce4 Ultra, nForce4 SLI, GeForce 6100, GeForce 6150, GeForce 7050;

VIA – K8T800 (Pro), K8T890, K8M890, K8T900;

SiS – 755 (FX), 756, 760 (GX), 761 (GL, GX);

ATI – Radeon Express 200;

Uli – M1689, M1695, M1697.

На рис. 4 представлены верхняя и нижняя стороны корпуса микропроцессоров Athlon 64. Корпус Athlon 64 имеет встроенную медную пластину – Integrated Heat Spreader (IHS) которая улучшает теплопередачу и предотвращает повреждение ядра микросхемы при монтаже и демонтаже системы охлаждения (повреждение корпуса ядра микросхемы – это была распространённая проблема микропроцессоров с открытым ядром, таких как Athlon XP). На лицевой стороне корпуса микропроцессора нанесена его идентификационная информация.



Рис. 4. Конструктивное оформление микропроцессоров семейства Athlon 64 с конструктивным исполнением Socket-939 и ядром Winchester

На рис. 5 представлена система маркировки микропроцессоров Athlon 64 в исполнении Socket-939. Исследуемый микропроцессор имеет обозначение ADA3000DIK4BI. Сборка изучаемого микропроцессора произведена в Малайзии на 50-й неделе 2004 г.

### Маркировка Athlon 64 Socket 939: Athlon 64, Athlon 64 FX, Athlon 64 X2

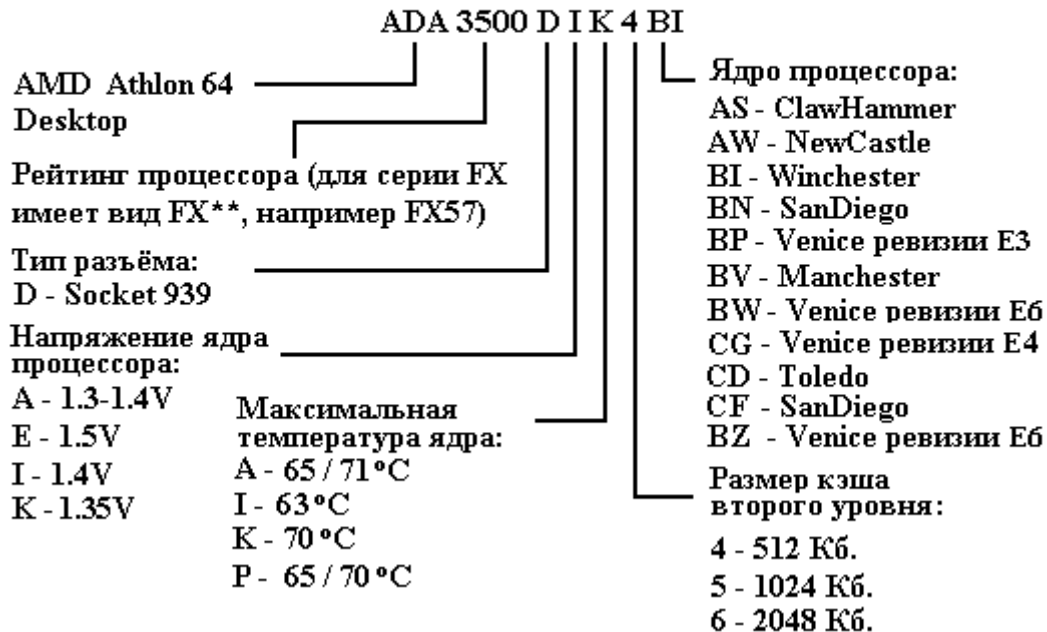


Рис. 5. Система маркировки микропроцессоров Athlon 64 в исполнении Socket-939.

Основные характеристики исследуемого микропроцессора следующие:

- условное обозначение (рейтинг производительности) процессора – 3000+ (это примерно соответствует уровню производительности микропроцессора Pentium 4 с тактовой частотой не менее 3000 МГц);
- условное наименование ядра микропроцессора – Winchester;
- параметры технологического процесса изготовления – 90 нм SOI (Silicon on Isolator);
- конструктивное исполнение – корпус тип Organic PGA под процессорный разъем Socket-939 (939 выводов);
- внутренняя номинальная тактовая частота – 1800 МГц;
- внешняя тактовая частота – 200 МГц;
- коэффициент умножения внешней тактовой частоты – 9;
- разрядность шины данных – 64 бита;
- разрядность шины адреса – 36 бит;
- разрядность регистров общего назначения – 64 бита;
- разрядность регистров арифметического сопроцессора – 80 бит;
- разрядность регистров MMX – 64 бита;
- разрядность регистров XMM – 128 бит;
- объем интегрированной кэш-памяти первого уровня – 128 Кбайт, из них 64 Кбайт – для команд и 64 Кбайт – для данных;
- объем интегрированной кэш-памяти второго уровня – 512 Кбайт;
- спецификации поддерживаемых модулей оперативной памяти – PC3200 (DDR400), PC2700 (DDR333), PC2100 (DDR266), PC1600 (DDR200);
- число поддерживаемых модулей памяти – 4;
- максимальный объем адресуемой оперативной памяти – 4 Гбайт (поддерживаются модули объемом от 32 Мб до 1 Гб);
- тактовая частота шины HyperTransport – 1 ГГц;
- количество ступеней конвейера команд – 17;

- номинальное напряжение питания ядра микропроцессора – 1,4 вольта;
- максимальная потребляемая мощность – 67 ватт;
- максимальный потребляемый ток – 54,8 А;
- максимальная температура кристалла – 70 °С;
- количество транзисторов – 68,5 миллионов;
- площадь ядра микропроцессора – 84 кв. мм.

Микропроцессор Athlon 64 содержит встроенный датчик контроля температуры ядра. Данный микропроцессор поддерживает фирменную технологию AMD Cool'n'Quiet, которая предназначена для снижения потребляемой мощности и тепловыделения путем динамического понижения коэффициента тактовой частоты с 9 до 4 и напряжения питания до 1,1 В в периоды минимальной загрузки процессора.

Микропроцессор поддерживает следующие наборы машинных команд: базовый набор команд (x86), расширенный набор команд x86-64, наборы команд MMX, Extended 3DNow!, SSE и SSE2. Предусмотрена также технология No Execute bit (NX bit), поддерживаемая операционными системами Windows XP Service Pack 2, Windows XP Professional x64 Edition, Windows Server 2003 x64 Edition и более новыми, а также ядром Linux 2.6.8 и старше. Технология NX bit предназначена для защиты от распространённой хакерской атаки – ошибки переполнения буферной памяти. Аппаратно установленные уровни доступа являются гораздо более надёжным средством защиты от проникновения с целью захвата контроля над системой. Это делает вычисления более безопасными.

На рис. 6 представлена программная модель AMD64, или x86-64, которую поддерживают микропроцессоры семейства Athlon 64. Архитектура AMD64 полностью описывается в пяти томах документации, предоставляемой компанией AMD на её официальном сайте формате PDF.

Процессор Athlon 64 содержит следующие регистры, доступные для программирования:

- 16 регистров общего назначения с разрядностью 64 бита;
- 8 регистров арифметического сопроцессора с разрядностью 80 бит;
- 8 регистров MMX с разрядностью 64 бита (логически совмещены с регистрами арифметического сопроцессора);
- 8 регистров 3DNow! с разрядностью 64 бита (логически совмещены с регистрами MMX);
- 16 регистров XMM с разрядностью 128 бит;
- один 64-разрядный регистр состояния процессора (регистр флагов);
- один 64-разрядный регистр указателя команд процессора.

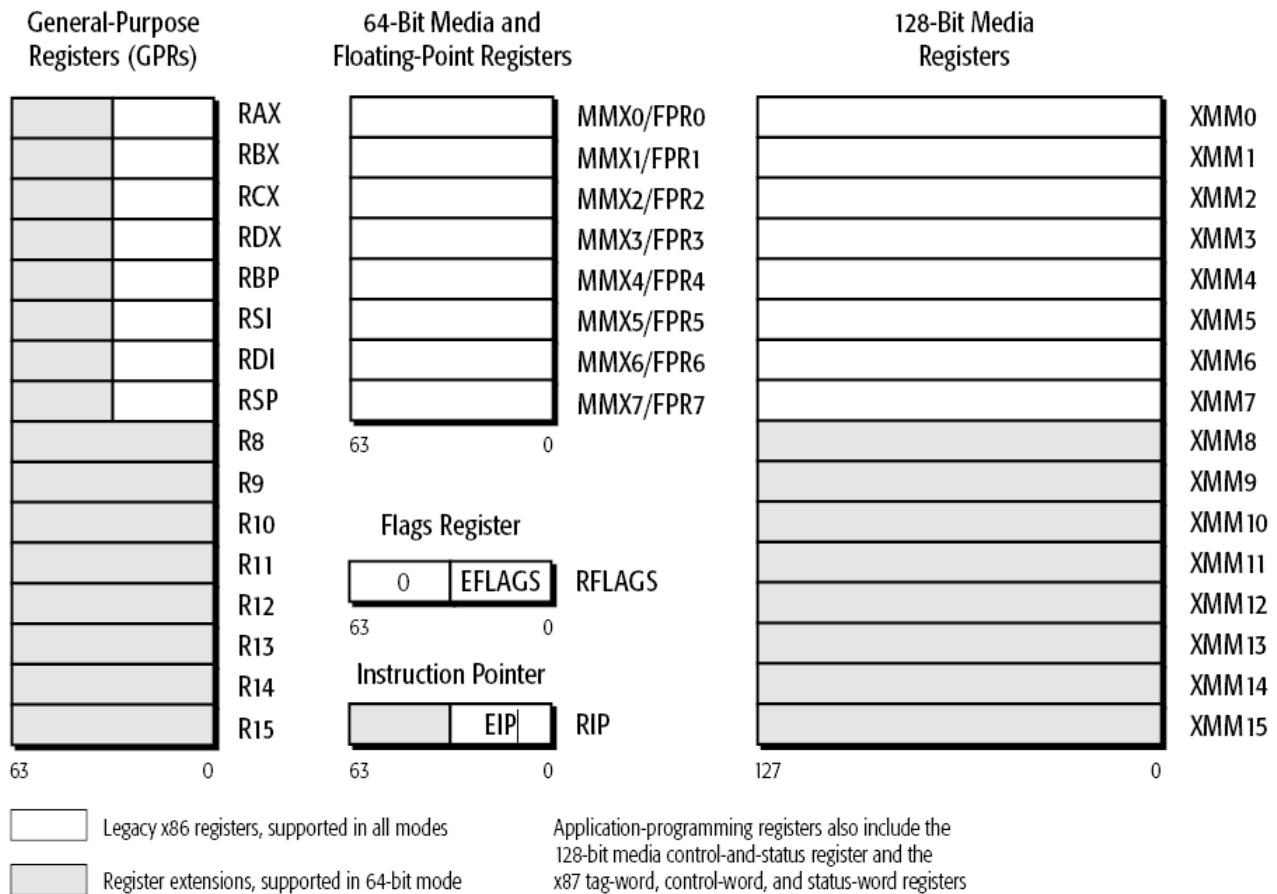


Рис. 6. Программная модель AMD64

Архитектура AMD64, или x86-64, – это обратно-совместимое расширение архитектур процессоров типа x86 и IA-32. Она добавляет 64-битное адресное пространство и расширяет регистровые ресурсы для поддержки большей производительности для перекомпилированных 64-битных программ, обеспечивая поддержку устаревшего 16-битного и 32-битного кода приложений и операционных систем без их модификации или перекомпиляции.

Необходимость 64-битной x86 архитектуры определяется приложениями, которым необходимо большое адресное пространство. Это высокопроизводительные серверы, системы управления базами данных, CAD-системы, игры и симуляторы. Такие приложения получают преимущество от 64-битного адресного пространства и увеличения количества регистров. Малое количество регистров в устаревшей архитектуре x86 ограничивает производительность в сложных вычислительных задачах. Увеличенное количество регистров обеспечивает достаточную производительность для многих приложений.

Основные достоинства архитектуры AMD x86-64:

- 64-битное адресное пространство с возможностью адресации  $2^{64}$  байт памяти;
- Расширенный набор регистров для программирования;
- Привычный для программистов набор команд;
- Возможность запуска старых 16- и 32-битных приложений в 64-битной операционной системе;
- Возможность использования 32-битных операционных систем;
- После перекомпиляции программы в 64-разрядный режим средний прирост производительности составляет 5-15 %.

В качестве недостатка архитектуры AMD64 относительно прежней архитектуры IA-32 можно отметить чуть большие требования программ к памяти из-за того, что увеличился размер адресов и операндов. Однако это серьезно не сказывается ни на размере

программного кода, ни на требованиях к объему доступной оперативной памяти. В настоящее время абсолютное большинство микропроцессоров Intel и AMD имеют архитектуру типа x86-64.

## 7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие функции выполняет процессор ЭВМ?
2. Что означает термин "архитектура процессора"?
3. Какая фирма и в каком году выпустила первый микропроцессор?
4. Какие функциональные модули входят в структуру современных микропроцессоров?
5. Что означает аббревиатура SoC?
6. Какие параметры микропроцессора характеризуют его алгоритмические свойства?
7. Что означает термин "суперскалярный процессор"?
8. Что означают выражения "CISC-процессоры" и "RISC-процессоры"?
9. Что означают выражения "32-разрядный микропроцессор", "64-разрядный микропроцессор"?
10. Какие режимы работы имеют микропроцессоры семейства x86 и x86-64?
11. Какие функции выполняет арифметико-логическое устройство (АЛУ) процессора?
12. Какие функции выполняют регистры процессора?
13. Какова разрядность регистров общего назначения в микропроцессорах семейства x86?
14. Какова разрядность регистров общего назначения в микропроцессорах семейства x86-64?
15. Какова разрядность регистров MMX в микропроцессорах семейства x86?
16. Какова разрядность регистров XMM в микропроцессорах семейства x86?
17. Какова разрядность шины данных микропроцессоров Core и Athlon?
18. Какие функции выполняет шина данных микропроцессора?
19. Какова разрядность шины адреса микропроцессоров Core и Athlon?
20. Какие функции выполняет шина адреса микропроцессора?
21. Какие параметры микропроцессора характеризуют его схемотехнические свойства?
22. Каковы параметры электрического питания современных микропроцессоров?
23. Какие параметры микропроцессора характеризуют его эксплуатационные свойства?
24. Какие функции выполняет кэш-память микропроцессора?
25. Сколько уровней имеет кэш-память современных микропроцессоров?
26. В каком диапазоне варьируется объем кэш-памяти микропроцессоров?
27. С какой целью микропроцессоры оснащаются многоканальными контроллерами оперативной памяти?
28. Какие функции выполняет арифметический сопроцессор?
29. Какова разрядность регистров арифметического сопроцессора семейства x87?
30. Какие существуют исполнения корпусов микропроцессоров?
31. Каким образом осуществляется охлаждение корпусов микропроцессоров?
32. Что означает термин Thermal Design Power (TDP)?
33. Какие технологии фирменные технологии Intel и AMD обеспечивают пониженное энергопотребление микропроцессоров?
34. Каким образом осуществляется идентификация моделей микропроцессоров?
35. Расшифруйте обозначения микропроцессора (например, AMD APU A10-7890K, Core i3-6320, Core i5-5675C, Core i7-3770K)



36. Что обозначают суффиксы К, S, Т, U, Y в наименованиях микропроцессоров Intel и AMD (например, Q9550S, i7-6700K, i7-6700T, i7-4500U, i3-4020Y)?
37. Каким образом оценивается производительность процессоров ЭВМ?
38. С какой целью и каким образом осуществляется форсирование режима работы ("разгон") микропроцессора?
39. Какими техническими параметрами характеризуется надёжность микропроцессоров?
40. Какова область применения микропроцессоров с архитектурой ARM?

## 7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

### 7.1. Учебная литература

1. Гук М. Аппаратные средства IBM PC: Энциклопедия. – 3-е изд. – М. и др.: Питер, 2006. – 923 с.
2. Колесниченко О.В. Аппаратные средства PC. / Колесниченко О.В., И.В. Шишигин, В.Г. Соломенчук. 6-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 800 с.
3. Максимов Н.В., Партыка Т.Л., Попов И.И. Архитектура ЭВМ и вычислительных систем: учебник. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013. – 512 с.
4. Максимов Н.В., Партыка Т.Л., Попов И.И. Технические средства информатизации: учебник. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2008. – 592 с.
5. Мюллер С. Ремонт и модернизация ПК. 19-е изд. Пер. с англ. – М.: ООО "И.Д. Вильямс", 2011. – 1072 с.
6. Токарев В.Л. Аппаратные средства вычислительной техники: учеб. пособие для вузов. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2005. – 470 с.
7. Токарев В.Л. Микропроцессорные системы: учеб. пособие. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2008. – 464 с.
8. Токарев В.Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации: учеб. пособие для вузов. – Тула: Промпилот, 2010. – 477 с.
9. Mueller Scott M. Upgrading and Repairing PC's. 22<sup>nd</sup> edition. – QUE Publishing, 2015. – 1428 p.

### 7.2. Периодические издания

1. "Компьютер-Пресс" [электронный ресурс]: ежемесячный компьютерный журнал. – ISSN 0868-6157. <http://compress.ru>.
2. "Мир ПК": ежемесячный журнал для пользователей персональных компьютеров. – ISSN 0235-3520. <http://www.osp.ru/pcworld/>.
3. "Hard'n'Soft" [электронный ресурс]: популярный ежемесячный журнал для увлеченных компьютерной техникой. – ISSN . <http://www.hardnsoft.ru/>.
4. "PC Magazine" / Russian Edition (на русском языке): ежемесячный компьютерный журнал. – ISSN 0869-4257. <http://www.pcmag.ru/>.
5. "Upgrade": еженедельный компьютерный журнал. – ISSN 1680-4694. <http://upweek.ru/>.

### 7.3. Интернет-ресурсы

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru>.
2. Интернет-Университет информационных технологий [www.intuit.ru](http://www.intuit.ru).
3. Интернет-ресурсы по аппаратному и программному обеспечению вычислительной техники: [www.ferra.ru](http://www.ferra.ru), [www.ixbt.com](http://www.ixbt.com), [www.3dnews.ru](http://www.3dnews.ru), [www.overclockers.ru](http://www.overclockers.ru), [www.notebookcheck.ru](http://www.notebookcheck.ru), [www.thg.ru](http://www.thg.ru).
4. Техническая документация Intel и AMD: [www.intel.ru](http://www.intel.ru), [www.amd.ru](http://www.amd.ru).





## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

### УСТРОЙСТВА ОПЕРАТИВНОЙ ПАМЯТИ МИКРО-ЭВМ

#### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Изучение принципов работы, конструкций микросхем и модулей оперативных запоминающих устройств универсальных микро-ЭВМ и персональных компьютеров (ПК) с целью приобретения умений и навыков проектирования и эксплуатации вычислительных систем.

#### 2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

##### 2.1. Общие сведения об устройствах памяти микро-ЭВМ

Основным узлом вычислительного устройства является процессор, в функции которого входит исполнение находящегося в памяти программного кода. В настоящее время под словом "процессор" чаще всего подразумевают *микропроцессор* – микросхему, которая, помимо собственно процессора, может содержать и другие узлы. Современные микропроцессоры, содержат, например, кэш-память, арифметический сопроцессор, контроллер оперативной памяти, графический контроллер и другие устройства. Такие высокоинтегрированные микросхемы получили наименование SoC (System On Chip) – однокристальные системы.

Микропроцессоры работают совместно с устройствами основной памяти – оперативными и постоянными запоминающими устройствами (ОЗУ и ПЗУ соответственно). Электронная память применяется практически во всех подсистемах ЭВМ, выступая в качестве оперативной памяти, кэш-памяти, постоянной памяти, полупостоянной памяти, буферной памяти, внешней памяти.

*Оперативная память* (main memory) компьютера используется для оперативного обмена информацией (командами и данными) между процессором, внешней памятью и периферийными подсистемами. Наименование ОЗУ примерно соответствует английскому термину RAM (Random Access Memory – память с произвольным доступом). Произвольность доступа подразумевает возможность операций записи в любую ячейку ОЗУ или чтения любой ячейки ОЗУ в произвольном порядке. Требования, предъявляемые к основной памяти:

- ♦ большой (для электронной памяти) объем, исчисляемый уже гигабайтами;
- ♦ быстродействие и производительность, позволяющие реализовать вычислительную мощность современных процессоров;
- ♦ высокая надежность хранения данных – ошибка даже в одном бите может привести к ошибкам вычислений, к искажению и потере данных.

*Кэш-память* (cache memory) – сверхоперативная память (СОЗУ), являющаяся буфером между ОЗУ, процессором (одним или несколькими) и другими абонентами системного интерфейса. Кэш-память не является самостоятельным хранилищем; информация в ней не адресуема клиентами подсистемы памяти, присутствие кэш-памяти для них "прозрачно". Кэш-память хранит копии блоков данных тех областей ОЗУ, к которым происходили последние обращения, и весьма вероятное последующее обращение к тем же данным будет обслужено кэш-памятью существенно быстрее, чем оперативной памятью. От эффективности алгоритма кэширования зависит вероятность нахождения затребованных данных в кэш-памяти и, следовательно, выигрыш в производительности памяти, процессора и компьютера в целом. Современные микропроцессоры располагают многоуровневой встроенной кэш-памятью, объем которой исчисляется мегабайтами.

*Постоянная память* используется для энергонезависимого хранения системной информации (например, BIOS – базовой системы ввода-вывода). Эта память при обычной

работе компьютера только считывается, а запись в нее (часто называемая программированием) осуществляется специальными устройствами – программаторами. Отсюда и ее название – *ROM* (Read Only Memory – память только для чтения), или *ПЗУ* (постоянное запоминающее устройство). Требуемый объем памяти этого типа невелик: например, объем микросхемы ROM BIOS в компьютере PC/XT составлял 8 Кбайт, в современных компьютерах объем ПЗУ системной платы достигает 16 Мбайт. Быстродействие постоянной памяти обычно ниже, чем оперативной. В настоящее время классическую постоянную память вытеснила перепрограммируемая постоянная память EEPROM (Electrical Erasable Programmable ROM), запись в которую возможна в самом компьютере в специальном режиме работы.

*Полупостоянная память* в основном используется для хранения информации о конфигурации компьютера типа PC/AT. Традиционная полупостоянная память конфигурации вместе с часами-календарем (соответственно CMOS Memory и CMOS RTC – Real Time Clock) имеет объем несколько десятков или сотен байт и используется для конфигурирования устройств Plug'n'Play. Сохранность данных в CMOS-памяти при отключении питания компьютера обеспечивается маломощной внутренней батареей или аккумулятором. В качестве полупостоянной памяти применяется также *энергонезависимая память с произвольным доступом* (NVRAM – Non-Volatile RAM), которая хранит информацию и при отсутствии электропитания.

*Буферная память* различных адаптеров и контроллеров периферийных устройств обычно разделяется между ними и процессором (точнее, абонентами системной шины). Специфическим типом буферной памяти является *видеопамять* дисплейного контроллера – к ней производятся интенсивные обращения со стороны центрального процессора и графического контроллера одновременно с непрерывным процессом регенерации изображения.

Электронная память применяется и в качестве *внешней памяти* в виде различных видов флэш-дисков, флэш-карт и твердотельных накопителей SSD (Solid State Device).

В зависимости от требований конкретной подсистемы ее память реализуется на микросхемах с различными принципами хранения информации.

## 2.2. Параметры оперативной памяти

*Быстродействие* памяти определяется временем выполнения операций записи и считывания данных. Основными параметрами любых элементов памяти является минимальное время доступа и длительность цикла обращения. *Время доступа* (Access Time) определяется как задержка появления действительных данных на выходе памяти относительно начала цикла чтения, *длительность цикла* – как минимальный период следующих друг за другом обращений к памяти, причем циклы чтения и записи могут требовать различных затрат времени. В цикл обращения помимо активной фазы самого доступа входит и фаза восстановления (возврата памяти к исходному состоянию), которая соизмерима по времени с активной фазой. Временные характеристики самих запоминающих элементов определяются их принципом действия и технологией изготовления.

*Производительность* памяти можно характеризовать как скорость потока записываемых или считываемых данных и измерять в битах или байтах в секунду. Производительность подсистемы памяти наравне с производительностью процессора существенным образом определяет производительность компьютера. Выполняя определенный фрагмент программы, процессору придется, во-первых, загрузить из памяти соответствующий программный код, а во-вторых, произвести требуемые обмены данными, и чем меньше времени потребуется подсистеме памяти на обслуживание этих операций, тем лучше.

Производительность подсистемы памяти зависит от *типа* и *быстродействия* применяемых запоминающих элементов, *разрядности* шины памяти и специфических

особенностей архитектуры микросхем и устройств памяти. При этом параметром интерфейса (шины), по которому передаются данные, может быть как *частота тактового сигнала* (физическая, или реальная, тактовая частота), так и *частота передачи данных* (эффективная, или виртуальная, тактовая частота). Частота передачи данных может в два раза (для DDR SDRAM), в четыре раза (для DDR2 SDRAM), в восемь раз (для DDR3 SDRAM) или в шестнадцать раз (для DDR4 SDRAM) превышать физическую тактовую частоту.

*Разрядность шины памяти* – это количество байтов (или битов), с которыми операция чтения или записи может быть выполнена одновременно. Разрядность основной памяти обычно согласуется с разрядностью внешней шины данных микропроцессора (8 бит – для 8088; 16 бит – для 8086, 80286, 386SX; 32 бита – для 386DX, 486; 64 бита – для Pentium и выше). Вполне очевидно, что при одинаковом быстродействии микросхем или модулей памяти производительность блока с большей разрядностью будет выше, чем у блока с малой разрядностью. Именно с целью повышения производительности у 32-битных (по внутренним регистрам) процессоров класса Pentium, Athlon и выше внешняя шина, связывающая процессор с памятью, имеет разрядность 64 бита. У современных процессоров пропускная способность системной шины превышает пропускную способность шины памяти. Это привело разработчиков компьютерных систем к использованию *многоканальной памяти* – увеличению разрядности шины памяти в два, три или четыре раза относительно разрядности шины данных процессора.

*Банком памяти* называют комплект микросхем или модулей памяти SIPP, SIMM или DIMM, обеспечивающий требуемую для данной системы разрядность хранимых данных. Работоспособным может быть, как правило, только полностью заполненный банк. Внутри одного банка практически всегда должны применяться одинаковые (по типу и объему) элементы памяти. В современных компьютерах банком является один модуль DIMM (такой модуль, в свою очередь, может содержать и несколько банков).

### 2.3. Структура оперативной памяти

Оперативная память является одним из "трех китов", на которых держится "компьютерный мир" – процессор, память и периферийные устройства. Основной груз оперативного хранения информации ложится на оперативную память динамического типа (DRAM – Dynamic RAM), на сегодняшний день имеющую наилучшее сочетание объема, плотности упаковки, энергопотребления и цены. Однако ей присуще невысокое (по меркам современных процессоров) быстродействие. Оппонентом динамической памяти является статическая оперативная память (SRAM – Static RAM), быстродействие которой выше, но достижимая емкость принципиально ниже, чем у динамической памяти.

Динамическая память DRAM получила свое название от принципа действия ее запоминающих ячеек, которые выполнены в виде конденсаторов, образованных элементами полупроводниковых микросхем. Несколько упрощая описание физических процессов, можно сказать, что при записи логической единицы в ячейку конденсатор заряжается, при записи нуля – разряжается. Схема считывания разряжает через себя этот конденсатор, и если заряд был ненулевым, выставляет на своем выходе единичное значение и подзаряжает конденсатор до прежнего уровня. При отсутствии обращения к ячейке со временем за счет токов утечки конденсатор разряжается и информация теряется, поэтому такая память требует постоянной периодической подзарядки конденсаторов (обращения к каждой ячейке), то есть память может работать только в динамическом режиме. Этим она принципиально отличается от статической памяти SRAM, реализуемой на триггерных ячейках и хранящей информацию без обращений к ней сколь угодно долго (при включенном питании). Если одна ячейка SRAM содержит 4-8 транзисторов, то ячейка DRAM – 1-2 транзистора.

Благодаря относительной простоте ячейки динамической памяти на одном кристалле удается размещать миллионы ячеек и получать самую дешевую полупроводниковую память достаточно высокого быстродействия с умеренным энергопотреблением, используемую в

качестве основной памяти компьютера. Расплатой за низкую цену являются сложности в управлении динамической памятью. Поскольку обращения (запись или чтение) к различным ячейкам памяти обычно происходят в случайном порядке, для поддержания сохранности данных применяется *регенерация памяти* (memory refresh) – регулярный циклический перебор её ячеек (обращение к ним) с восстановлением хранящейся в ячейках информации.

Достоинством статической памяти является высокое быстродействие, недостатками – высокое энергопотребление и высокая удельная стоимость хранения информации. Поэтому внутренняя кэш-память современных микропроцессоров реализуется на устройствах статического типа.

#### 2.4. Разновидности оперативной памяти

Развитие микросхем и модулей оперативной памяти происходит в соответствии со стандартами международной профильной организацией JEDEC (Joint Electron Device Engineering Council) – объединённый совет по электронным устройствам (<http://www.jedec.org>).

Разновидностями динамической памяти, применяемых в ранних моделях ПК и микро-ЭВМ были FPM DRAM, EDO DRAM BEDO DRAM. Микросхемы типа FPM DRAM (Fast Page Mode DRAM) применялись в модулях памяти SIPP, SIMM-30, SIMM-72. Максимальная тактовая частота микросхем FPM DRAM не превышала 50 МГц.

Сущность работы микросхем типа FPM DRAM состоит в том, что с целью повышения быстродействия без увеличения тактовой частоты, стандартная память DRAM разбивается на *страницы* размером от 512 байт до нескольких килобайт. Обычно для доступа к данным в памяти необходимо выбрать строку и столбец адреса, на что затрачивается некоторое время. Разбиение на страницы обеспечивает более быстрый доступ ко всем данным в пределах некоторой строки памяти, т.е. если изменяется не номер строки, а только номер столбца. Такой режим доступа к данным в памяти и стал называться *быстрым постраничным режимом* (Fast Page Mode). Такой режим доступа к запоминающим ячейкам мог быть применим к любым стандартным микросхемам ОЗУ.

Для повышения скорости доступа к памяти были разработаны и другие схемы. Одним из наиболее существенных изменений было внедрение пакетного режима доступа для микропроцессоров 486 и более поздних. В большинстве случаев доступ к памяти является последовательным. Если же установить строку и столбец адреса в пакетном режиме, можно обращаться к следующим трем смежным адресам без дополнительных состояний ожидания. Однако доступ в пакетном режиме обычно ограничивается четырьмя операциями. Схема синхронизации типичного доступа в пакетном режиме для стандартной динамической оперативной памяти описывается формулой X-Y-Y-Y, где X – время выполнения первой операции доступа (продолжительность цикла плюс время ожидания), а Y – число циклов, необходимых для выполнения каждой последующей операции доступа. Например, схема синхронизации в пакетном режиме для стандартной DRAM со временем доступа 60 нс обычно выглядит так: 5-3-3-3. Это означает, что первая операция доступа длится пять циклов на системной шине с частотой 66 МГц, что приблизительно равно 75 нс ( $5 \times 15$  нс; 15 нс — длительность одного цикла), в то время как последующие операции длятся по три цикла ( $3 \times 15$  нс = 45 нс). Без применения пакетной технологии схема синхронизации имела бы вид 5-5-5-5, так как для каждой операции выборки из памяти требовалось бы полное время ожидания. 45-наносекундный цикл при пакетной выборке и 64-разрядной шине данных обеспечивает пропускную способность 177 Мбайт/с ( $22,2 \text{ МГц} \times 8 \text{ байт}$ ).

Другой метод ускорения работы FPM называется *чередованием* (interleaving). Этот метод предусматривает совместное использование двух отдельных банков памяти, распределяя между ними четные и нечетные байты. Когда происходит обращение к одному банку, в другом банке выбираются строка и столбец адреса. К моменту окончания выборки данных в первом банке во втором заканчиваются циклы ожидания, и он готов к выборке

данных. Когда данные выбираются из второго банка, в первом идет процесс выборки строки и столбца адреса для следующей операции доступа. Это совмещение (перекрытие по времени) операций доступа в двух банках сокращает время ожидания и обеспечивает более быстрый поиск данных. Проблема состоит в том, что для использования метода чередования необходимо устанавливать идентичные пары модулей, а при этом удваивается и количество используемых микросхем памяти.

Следующей модификацией памяти, направленной на повышение производительности при том же быстродействии запоминающих элементов, явилась *память EDO DRAM* (Extended Data Output DRAM). Эта память содержит регистр-зашелку выходных данных, что обеспечивает некоторую конвейеризацию работы для повышения производительности при чтении. Схема пакетного режима работы памяти EDO DRAM – 5-2-2-2. В результате память EDO работает на 20 % быстрее памяти FPM.

Микросхемы EDO DRAM применялись в модулях SIMM-72 и DIMM-168, эти модули конструктивно и по назначению выводов совместимы со стандартными модулями (FPM). Микросхемы EDO DRAM применялись как в основной памяти, так и в видеопамяти графических адаптеров.

Результатом дальнейшего развития конвейерной архитектуры модулей памяти явилась память *BEDO DRAM* (Burst EDO DRAM), которая была запатентована фирмой Micron, но не стала популярной. Память BEDO DRAM применялась в модулях SIMM-72 и DIMM-168, но поддерживалась не всеми наборами микросхем (чипсетами) системных плат. Номинальная тактовая частота памяти типа EDO и BEDO DRAM составляла от 25 до 66 МГц, в некоторых случаях отдельные микросхемы допускали разгон до частоты 75 или 83,3 МГц.

На этом эволюция асинхронной оперативной памяти остановилась, а дальнейшие усовершенствования потребовали синхронного интерфейса. Память BEDO DRAM широкого распространения не получила, её быстро вытеснила синхронная динамическая память (SDRAM – Synchronous DRAM).

Микросхемы *синхронной динамической памяти SDRAM* представляют собой устройства, которые на основе обычных ячеек DRAM обеспечивают её работу при физической тактовой частоте в 66 МГц и выше.

Синхронный режим работы в сочетании с внутренней мультибанковой организацией обеспечил повышение производительности памяти при множественных обращениях. Здесь имеется в виду способность современных процессоров формировать следующие запросы к памяти, не дожидаясь результатов выполнения предыдущих, а также обращения к памяти со стороны других устройств, подключенных к системным интерфейсам типа PCI, AGP, PCI-Express. Синхронный интерфейс позволяет довольно эффективно использовать шину данных и обеспечить на частоте 100 МГц пиковую производительность 100 Мбайт/с на один вывод шины данных. Типичные схемы пакетного режима работы памяти типа SDRAM – 5-1-1-1 и 6-1-1-1. Таким образом, память типа SDRAM работает на 20 % быстрее памяти EDO.

Микросхемы SDRAM применяют в составе модулей DIMM с 8-байтной разрядностью, что дает производительность 800 Мбайт/с. При тактовой частоте 133 МГц пиковая производительность уже достигает 1064 Мбайт/с. Однако это теоретическая производительность, в ней не учтены расходы времени на регенерацию и прочие задержки.

Память типа SDRAM применялась в модулях типа DIMM-168 со спецификациями PC66, PC100 и PC133, где число обозначало номинальную тактовую частоту модуля – 66,6, 100 или 133,3 МГц.

Память типа *DDR SDRAM* (стандарт JEDEC JESD-92D) представляет собой дальнейшее развитие SDRAM. Здесь используются ячейки SDRAM с разрядностью вдвое большей, чем разрядность шины данных модуля. Внешний интерфейс модуля памяти мультиплексирует данные, обеспечивая их быструю передачу. Как и следует из названия (DDR – Double Data Rate – удвоенная скорость передачи данных), у микросхем DDR SDRAM данные передаются с удвоенной скоростью. На частоте 100 МГц DDR SDRAM имеет

пиковую производительность 200 Мбит/с на вывод, что в составе модулей DIMM с 8 байтной шиной данных дает теоретическую производительность 1600 Мбайт/с.

Микросхемы с номинальной тактовой частотой 100, 133 и 166 МГц по стандарту JEDEC обозначаются как DDR200, DDR266, DDR333; они питаются напряжением 2,5 или 3,3 В. Микросхемы с частотой 200 МГц (DDR400) питаются напряжением 2,6 В. Микросхемы DDR SDRAM выпускались как в корпусах TSOP и LSOJ (с обычным двухрядным расположением выводов), так и в корпусах BGA (Ball Grid Array) с шариковыми выводами почти по всей нижней поверхности корпуса микросхемы.

Развитием DDR SDRAM стала память *DDR2 SDRAM* (стандарт JEDEC JSD79-2). Здесь обмен данными происходит также на удвоенной частоте синхронизации. Максимальные тактовые частоты для памяти DDR2 уже выше (200, 266, 333, 400 МГц), что предъявляет более высокие требования к передаче сигналов. Микросхемы DDR2 (а также более современные микросхемы памяти типа DDR3 и DDR4) выпускаются только в корпусах BGA. Микросхемы DDR2 с физической тактовой частотой 100, 133, 166, 200 и 266 МГц по стандарту обозначаются как DDR2-400, DDR2-533, DDR2-667, DDR2-800 и DDR2-1066 соответственно, где числа от 400 до 1066 обозначают эффективную тактовую частоту передачи в МГц.

DDR3 SDRAM – это следующий стандарт памяти, выпущенный организацией JEDEC, еще больше увеличивший быстродействие и надежность и снизивший энергопотребление модулей памяти. Память типа DDR3 использует усовершенствованную архитектуру и алгоритмы передачи информации. При этом эффективная тактовая частота в восемь раз выше физической тактовой частоты. Микросхемы DDR3 могут оснащаться встроенным термодатчиком. Микросхемы DDR3 по стандарту обозначаются как DDR3-800, DDR3-1066, DDR3-1333, DDR3-1600, DDR3-1866, DDR3-2133, DDR3-2400 и DDR3-2800 соответственно, где числа от 800 до 2800 обозначают эффективную частоту передачи в МГц. Номинальное напряжение питания микросхем составляет 1,5 В, 1,65 В или 1,35 В. Напряжение 1,65 В характерно для высокочастотных микросхем, а напряжение 1,35 В – для микросхем с пониженным уровнем энергопотреблением, обозначаемых как DDR3L.

Следующим этапом совершенствования подсистемы памяти микро-ЭВМ и ПК стала память *DDR4 SDRAM*. Эффективная тактовая частота DDR4 уже в 16 раз выше физической тактовой частоты. Микросхемы DDR4 по стандарту обозначаются как DDR4-1600, DDR4-1866, DDR4-2133, DDR4-2400, DDR4-2666, DDR4-2800, DDR4-3000, DDR4-3200. Номинальное напряжение питания микросхем DDR4 – 1,2 В, поэтому энергопотребление памяти DDR4 примерно на 40 % чем памяти DDR3 при прочих равных условиях.

Память *Rambus DRAM* (RDRAM) занимает особое место в архитектуре микро-ЭВМ и ПК. Она является эксклюзивной разработкой фирмы Rambus и получила некоторое распространение в 1999-2002 гг. Эта память имеет синхронный интерфейс, отличающийся от традиционного интерфейса микросхем ОЗУ. Запоминающее ядро этой памяти построено на все тех же КМОП-ячейках динамической памяти, но пути повышения производительности интерфейса совершенно иные. Первые микросхемы RDRAM применялись в некоторых моделях видеокарт и игровых приставок. Их интерфейс – Rambus Channel – имел разрядность шины данных в 1 байт, но, работая на частоте 250-300 МГц, обеспечивал производительность 500-600 Мбайт/с. Его сменил интерфейс CRDRAM (Concurrent RDRAM) с частотами 300-350 МГц и производительностью 600-700 Мбайт/с. Следующим этапом развитием интерфейса стал стандарт DRDRAM (Direct Rambus DRAM), обеспечивающий производительность до 1600 Мбайт/с на двухбайтной шине данных при частоте 400 МГц. Стандарт RDRAM (точнее, DRDRAM, но для краткости первую букву опустили) изначально был поддержан множеством производителей микросхем и модулей памяти; как и DDR SDRAM, он в своё время благодаря фирме Intel претендовал на роль основного высокопроизводительного стандарта для памяти компьютеров любого размера.

Подсистема памяти (ОЗУ) RDRAM состоит из контроллера памяти, канала и собственно микросхем памяти. По сравнению с DDR SDRAM при той же

производительности RDRAM имеет более компактный интерфейс и обеспечивает лучшую масштабируемость подсистемы памяти. Разрядность ОЗУ RDRAM (16 байт) не зависит от числа установленных микросхем, а число банков, доступных контроллеру, и объем памяти суммируются по всем микросхемам канала. При этом в канале могут присутствовать микросхемы разной емкости в любых сочетаниях.

Организация *запоминающего ядра* микросхем RDRAM мультибанковая: 64-мегабитные микросхемы имеют 8 банков, 256-мегабитные – 32 банка. У каждого банка свои усилители считывания, благодаря чему в микросхеме может быть активировано несколько банков. Разрядность ядра – 16 байтов, что составляет 128 или (с контрольными разрядами) 144 бит. Ядро работает на 1/8 тактовой частоты канала.

*Канал RDRAM* (Rambus Channel) представляет собой последовательно-параллельную шину, благодаря которой можно ограничить количество линий интерфейса, что позволяет упорядочить разводку проводников ради повышения частоты передачи сигналов. Небольшое количество сигналов обеспечивает возможность при не очень высокой цене применить сверхбыстродействующие интерфейсные схемы. Тактовая частота канала – до 533 МГц, стробирование информации осуществляется по обоим фронтам синхросигнала (как в памяти DDR). Таким образом, пропускная способность одной линии достигает 1066 Мбит/с, что сопоставимо с быстродействием более поздней памяти типа DDR3. Канал состоит из 30 основных линий с интерфейсом *RSL* (Rambus System Logic) и 4 вспомогательных линий, используемых для инициализации микросхем. Микросхемы памяти упаковываются в корпуса BGA. На канале может быть установлено до 32 микросхем, все микросхемы соединяются параллельно. Для того чтобы контроллер мог адресоваться к определенной микросхеме, каждой из них назначается свой уникальный адрес. Канал разделен на *три независимые шины*: шину строк, шину столбцов и двухбайтную (2 x 9 бит) шину данных. Дополнительный бит байта данных (имеется не у всех микросхем RDRAM) может использоваться для контроля достоверности данных.

В микросхемах RDRAM применяется механизм *отложенной*, или *буферизированной*, *записи*. Данные для записи сначала помещаются в буфер, из которого они выгружаются в усилители считывания-записи несколько позже по явной команде выгрузки или автоматически. *Конвейерное выполнение операций* в памяти RDRAM обеспечивается мультибанковой организацией с отдельными усилителями считывания. Пакеты команд по шинам строк и столбцов могут идти сплошным потоком, при этом на шине может выполняться до четырех транзакций. При произвольных обращениях повышению производительности способствует большое количество банков, практически недостижимое в памяти SDRAM.

Микросхемы RDRAM устанавливаются в модули RIMM (Rambus Inline Memory Module). В соответствии со спецификацией RDRAM в одном канале может быть до трех слотов под RIMM. В разъемы системной платы могут устанавливаться модули RIMM различной емкости (64, 96, 128 и 256 Мбайт). Однако для устойчивой работы канала в ряде случаев приходится ограничиться двумя. В памяти RDRAM появился новый элемент-пустышка *continuity module*. Это модуль RIMM без микросхем памяти, нужен он для того, чтобы замыкать цепь канала Rambus. Такая "заглушка" должна устанавливаться во все разъемы канала, не занятые под модули RIMM.

Контроллер RDRAM встраивался в чипсеты Intel для микропроцессоров семейства P6 (Pentium III и Pentium 4). С целью продвижения памяти RDRAM первые партии микропроцессоров Pentium 4 продавались в комплекте с двумя модулями RIMM по 8 Мбайт. Однако память RDRAM не выдержала конкуренции с массовой памятью DDR и DDR2 SDRAM вследствие своей высокой стоимости. Недостатком было и слишком большое энергопотребление RDRAM – на модулях RIMM впервые (для памяти) стали устанавливать радиаторы. В настоящее время память RDRAM в новых системных платах для микро-ЭВМ и ПК практически не используется.



## 2.5. Модули оперативной памяти

Оперативная память большинства современных микро-ЭВМ построена по модульному принципу. Модуль памяти – это конструктивно завершённое изделие, представляющее собой небольшую печатную плату, на которой установлены микросхемы памяти, а также другие микросхемы, обеспечивающие дополнительные функции. Модуль имеет стандартный краевой разъём с печатными выводами. С помощью разъёма модуль устанавливается пользователем без каких-либо приспособлений в соответствующий разъём на системной плате. Модульная организация позволяет наращивать информационный объём оперативной памяти по мере необходимости. Принцип "открытой" архитектуры потребовал унификации и стандартизации модулей, обеспечивая их взаимную совместимость.

Динамическая память чаще всего применяется в виде модулей с разрядностью шины данных 1, 2, 4 или 8 байт. Используемые в микро-ЭВМ и ПК типы модулей подразделяются на четыре группы: SIPP, SIMM, DIMM, RIMM. SIPP (Single In-line Pin Package) и SIMM (Single In-Line Memory Module) – модули с однорядным расположением выводов, в которых установлены асинхронные микросхемы DRAM. DIMM (Dual In-Line Memory Module) и RIMM (Rambus In-Line Memory Module) – модули с двухрядным расположением выводов. Модули DIMM могут содержать как асинхронные микросхемы DRAM, так и синхронные микросхемы SDRAM. Модули RIMM содержат микросхемы RDRAM. Все рассматриваемые модули предполагают одно- или двухстороннюю установку микросхем. На рис. 1 – 16 представлены конструкции модулей ОЗУ.

- ♦ *SIPP* и *SIMM-30* – самые первые модули с 30 выводами и однобайтной организацией, применялись вплоть до процессоров класса 486. Их информационная ёмкость может быть равной 256 и 512 Кбайт, 1, 2, 4, 16 Мбайт. Номинальное напряжение питания модулей – 5 В. Модуль SIPP отличается от модуля SIMM только наличием проволочных выводов.

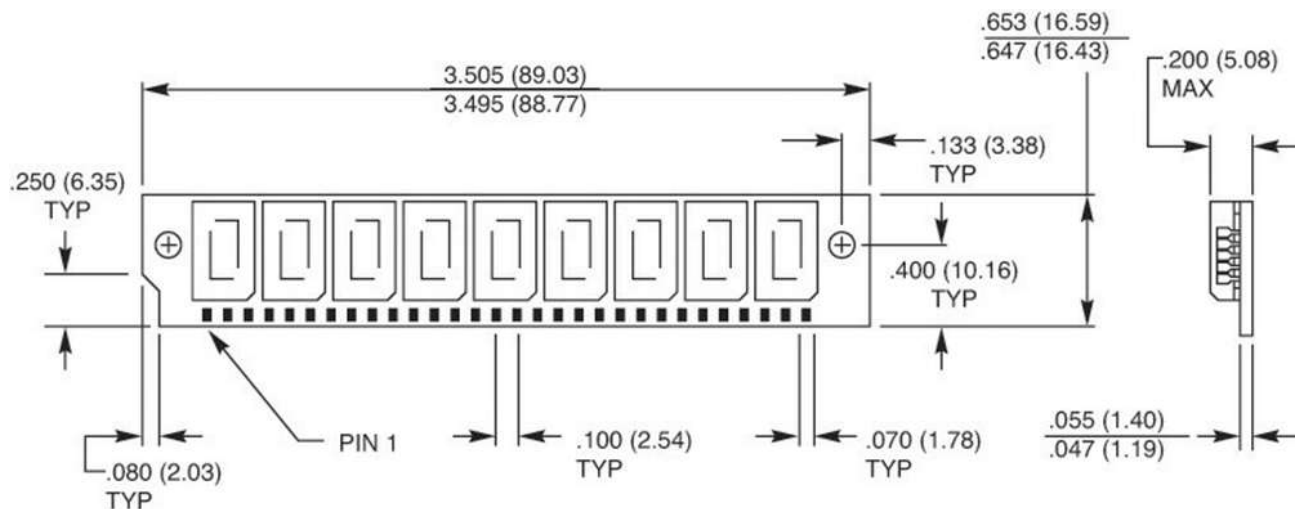


Рис. 1 – Модуль памяти SIMM (30 контактов)

- ♦ *SIMM-72* – 4-байтные модули с 72 выводами 4-байтной шиной данных, применявшиеся на системных платах для процессоров классов 486 и Pentium. Устанавливаются микросхемы FPM DRAM, EDO DRAM, BEDO DRAM. Их информационная ёмкость может быть равной 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 Мбайт. Номинальное напряжение питания модулей – 5 В.

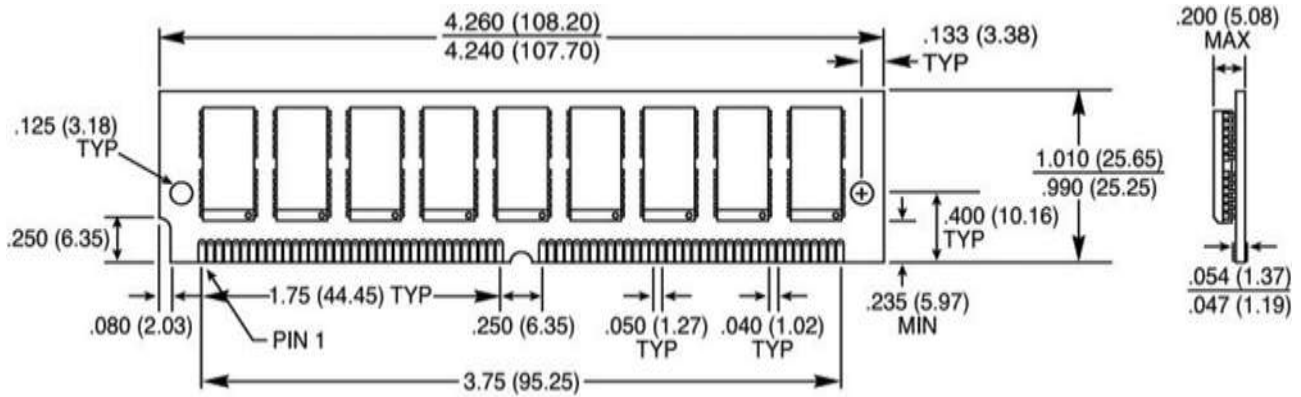


Рис. 2 – Модуль памяти SIMM (72 контакта)

- ♦ *DIMM-168* – 8-байтные модули с 168 выводами для процессоров Pentium и выше. Существуют два поколения, существенно различающиеся по интерфейсу. Модули DIMM-168 Buffered (1-го поколения), как и слоты для них, применялись редко и с широко распространенными модулями DIMM-168 2-го поколения несовместимы даже механически из-за различного расположения ключей, кодирующих тип модуля. Наиболее популярно стало второе поколения с микросхемами SDRAM. Различают модификации в зависимости от наличия буферов или регистров на управляющих сигналах: Unbuffered, Buffered и Registered. Устанавливаемые микросхемы памяти EDO DRAM с номинальным напряжением питания – 5 В или SDRAM с номинальным напряжением питания 3,3 В. Информационная ёмкость этих модулей варьируется от 8 до 512 Мбайт.

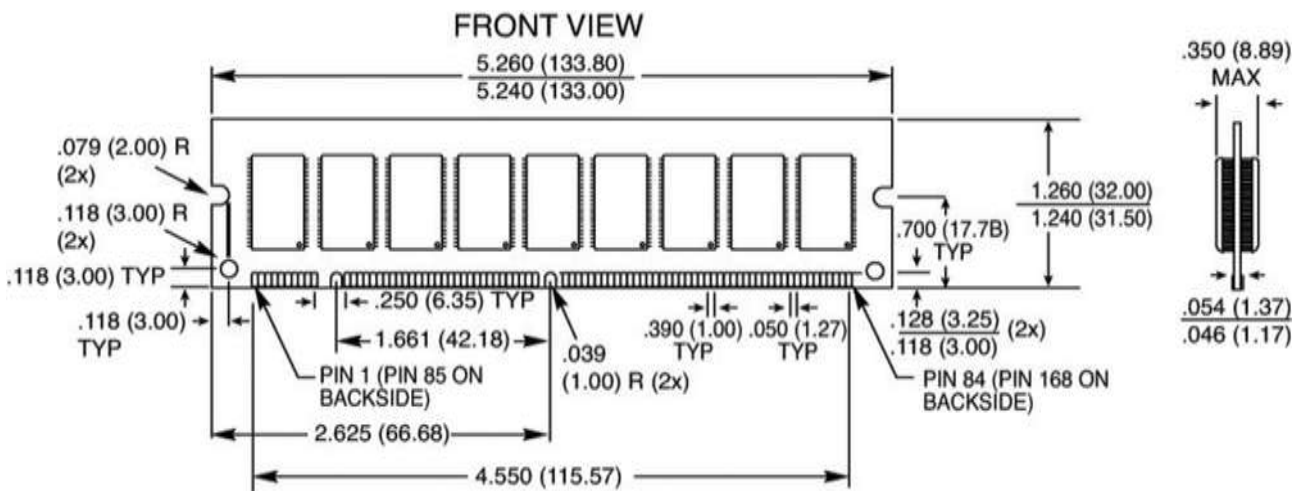


Рис. 3 – Модуль DIMM памяти SDRAM (168 контактов)

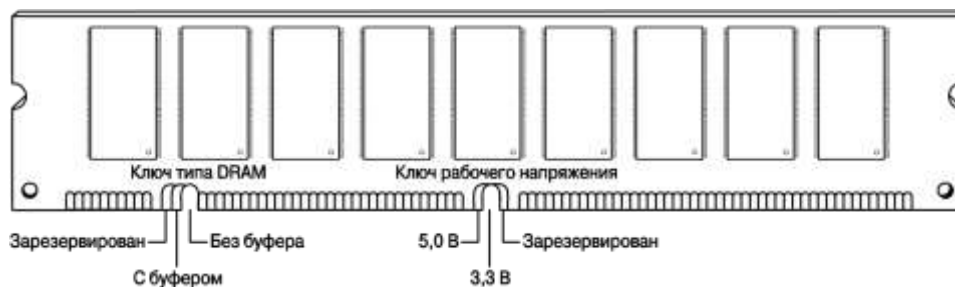


Рис. 4 – Схема расположения ключей 168-контактного модуля DIMM

- ♦ *DIMM-184* – 8-байтные модули DDR SDRAM для системных плат 6-8-го поколений процессоров Intel Pentium 4 и AMD Athlon 64. Информационная ёмкость модулей – от 128 Мбайт до 4 Гбайт. Номинальное напряжение питания

модулей – 2,5 В. Существуют также модули DDR SDRAM с пониженным напряжением питания – 1,8 В.

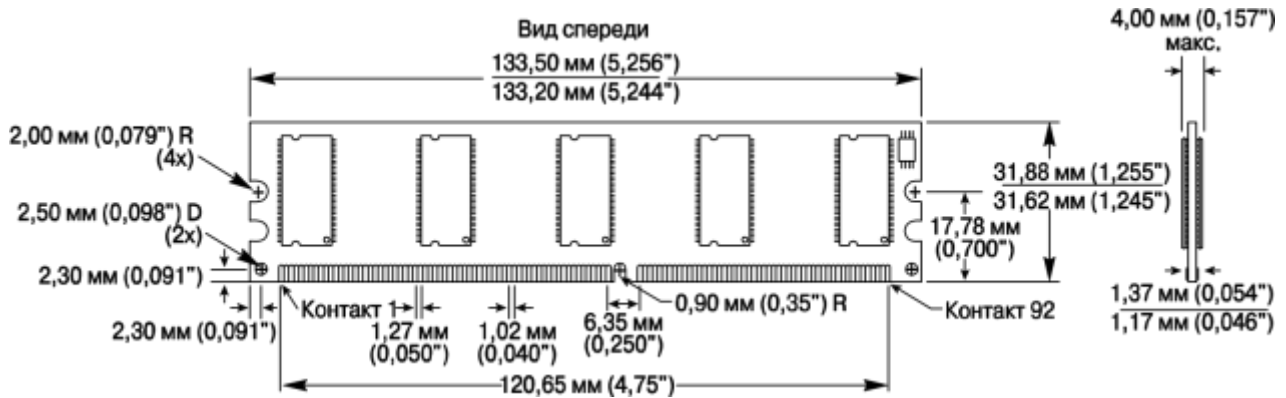


Рис. 5 – Модуль DIMM памяти DDR SDRAM (184 контакта)

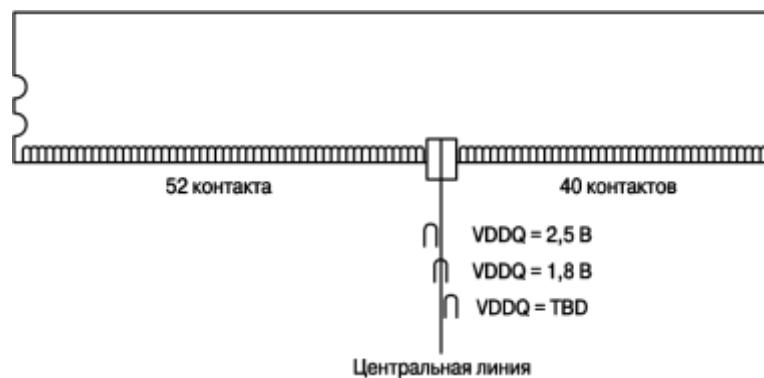


Рис. 6 – Схема расположения ключей 184-контактного модуля DIMM (DDR SDRAM)

- ♦ *DIMM-240 (DDR2)* – 8-байтные модули DDR2 SDRAM для системных плат 7-8-го поколений процессоров Intel Pentium D, Core 2 Duo, Core 2 Quad, AMD Athlon 64, Athlon II. Информационная ёмкость модулей – от 256 Мбайт до 4 Гбайт. Номинальное напряжение питания модулей – 1,8 В.

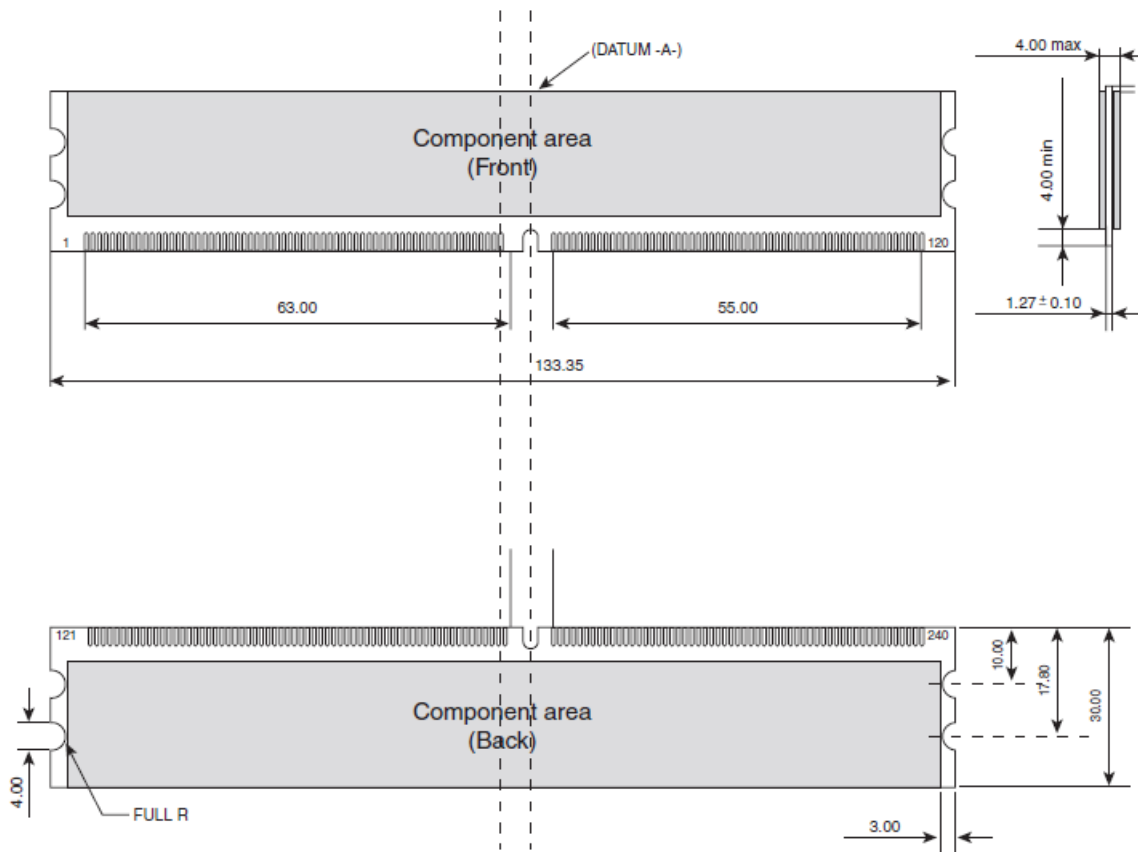


Рис. 7 – Модуль DIMM памяти DDR2 SDRAM (240 контактов)

- ♦ *DIMM-240 (DDR3)* – 8-байтные модули DDR3 SDRAM для системных плат 8-10-го поколений процессоров Intel Core i3, i5, i7, Xeon; AMD Phenom, Athlon FX, APU A4-A10. Механически несовместимы с модулями DDR2 DIMM. Информационная ёмкость модулей – от 1 до 32 Гбайт. Номинальное напряжение питания модулей – 1,65; 1,5; 1,35 В. Модули с самым низким напряжением питания получили обозначение DDR3L DIMM, где буква L обозначает пониженное напряжение питания (Low Voltage); такие модули могут быть несовместимыми с некоторыми микропроцессорами и системными платами.

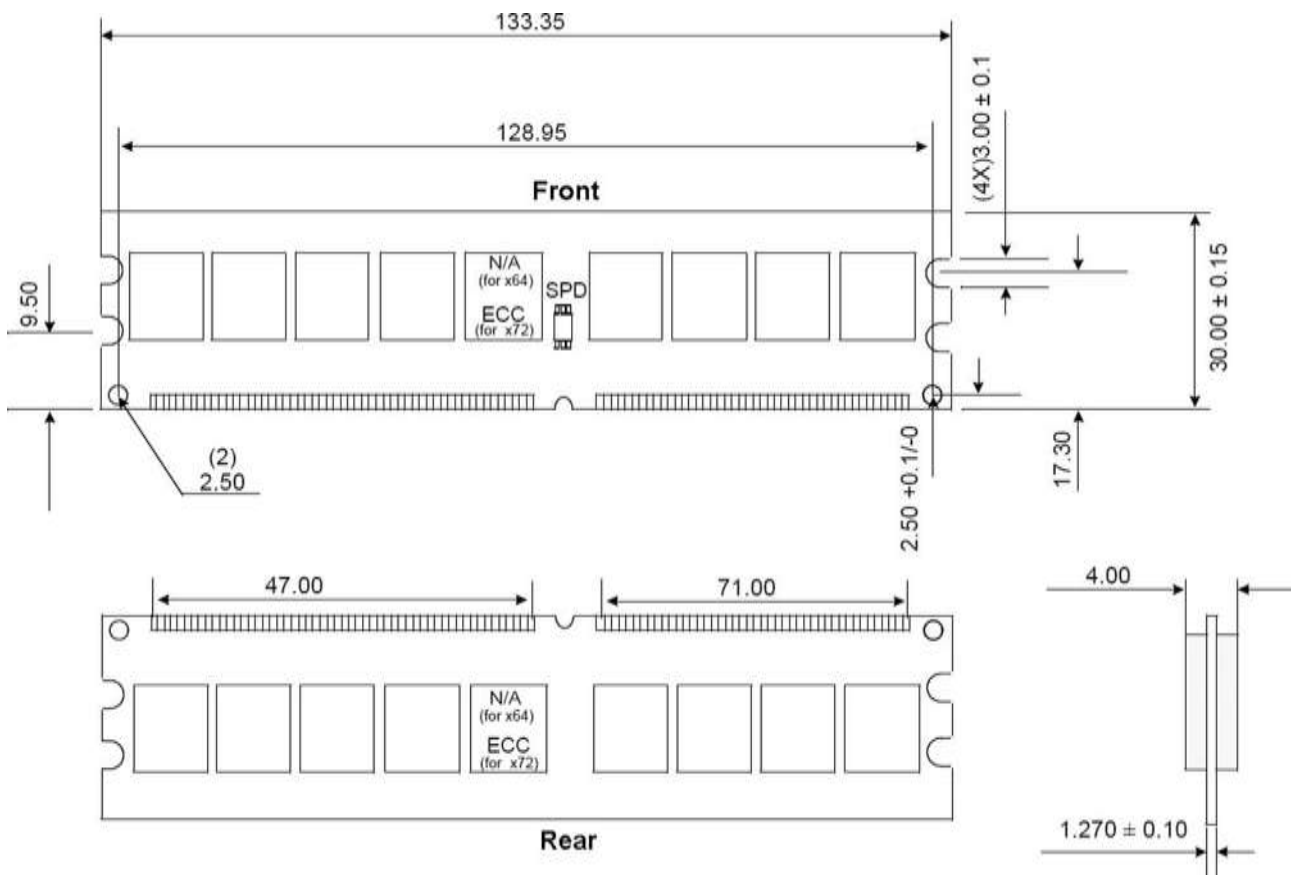


Рис. 8 – Модуль DIMM памяти DDR3 SDRAM (240 контактов)

- ♦ *DIMM-288* – 8-байтные модули DDR4 SDRAM для системных плат 11-12-поколений для процессоров Intel Core i3, i5, i7, Xeon. Информационная ёмкость модулей – от 2 до 128 Гбайт. Номинальное напряжение питания модулей – 1,2 В.

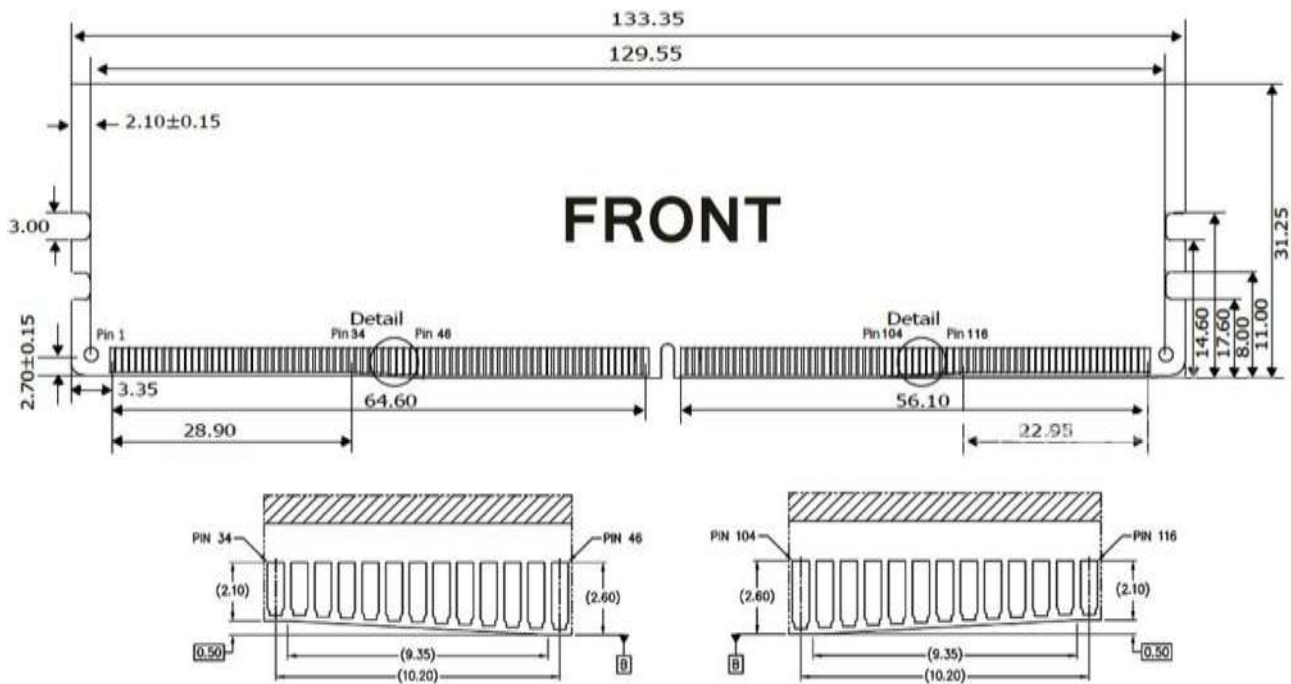


Рис. 9 – Модуль DIMM памяти DDR4 SDRAM (288 контактов)

- ♦ *RIMM* – 2-байтные модули RDRAM для системных плат 6-7-го поколений процессоров Intel Pentium III и Pentium 4. Модули RIMM изготавливались в трех конструктивных исполнениях: 168, 184 или 242 вывода.

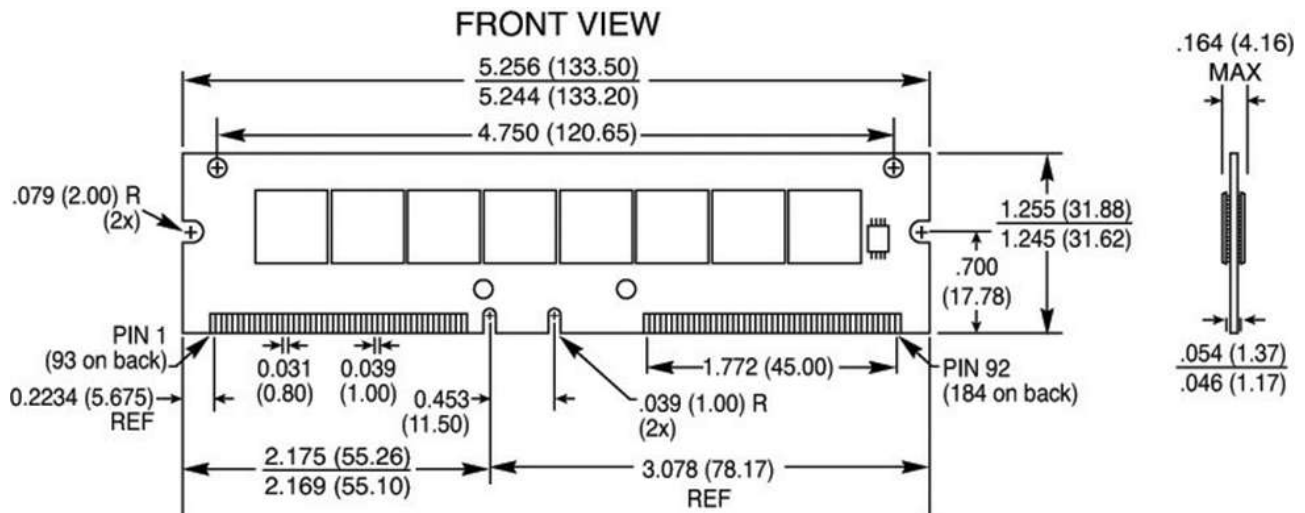


Рис. 10 – Модуль RIMM памяти Rambus DRAM (184 контакта)

- ♦ *SO-DIMM* (72, 144, 200, 204, 260 выводов) – наиболее распространенные малогабаритные модули оперативной памяти для портативных микро-ЭВМ и ПК. Модули с 260 выводами содержат микросхемы памяти типа DDR4 SDRAM; модули с 204 выводами – микросхемы типа DDR3 SDRAM; модули с 200 выводами – микросхемы типа DDR и DDR2 SDRAM; модули с 144 выводами – микросхемы типа SDRAM; модули с 72 выводами – микросхемы типа FPM и EDO DRAM. Напряжение питания модулей соответствует типу микросхем, которые на них установлены: 3,3 В для микросхем SDRAM; 2,5 В для микросхем DDR SDRAM; 1,8 В для микросхем DDR2 SDRAM; 1,35-1,65 В для микросхем DDR3 SDRAM; 1,2 В для микросхем DDR4 SDRAM. Информационные ёмкости модулей SO-DIMM также определяются соответствующими параметрами установленных микросхем памяти;
- ♦ *SO-RIMM, Micro-DIMM, Mini-DIMM* – менее распространенные малогабаритные варианты модулей.

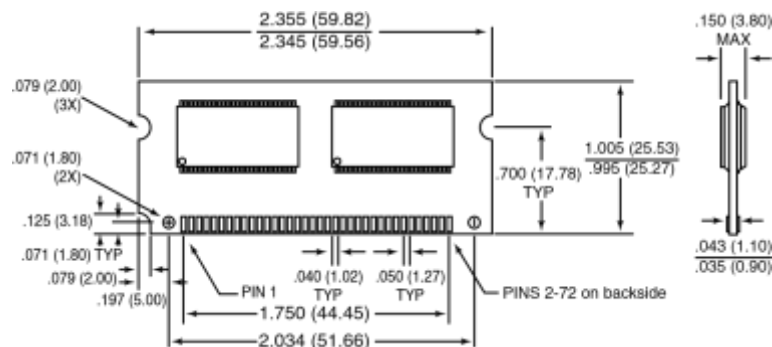


Рис. 11 – Модуль SO-DIMM памяти FPM и EDO DRAM (144 контакта)

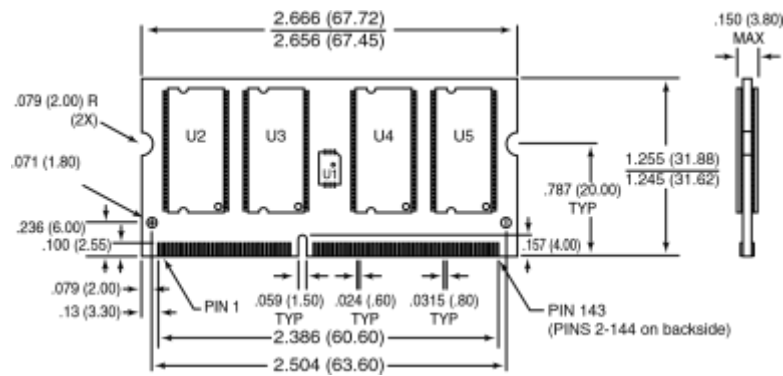


Рис. 12 – Модуль SO-DIMM памяти SDRAM (144 контакта)

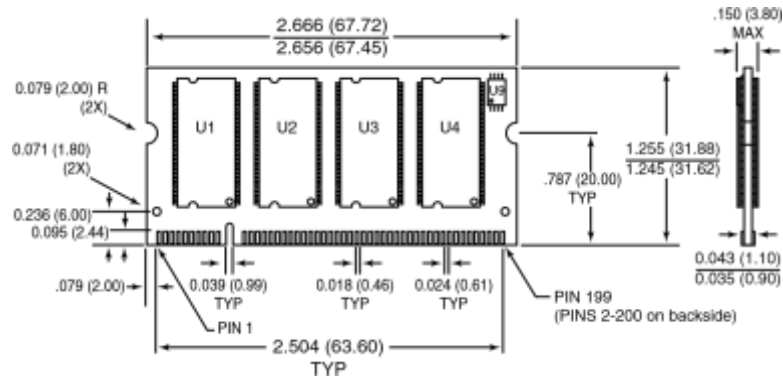


Рис. 13 – Модуль SO-DIMM памяти DDR и DDR2 SDRAM (200 контактов)

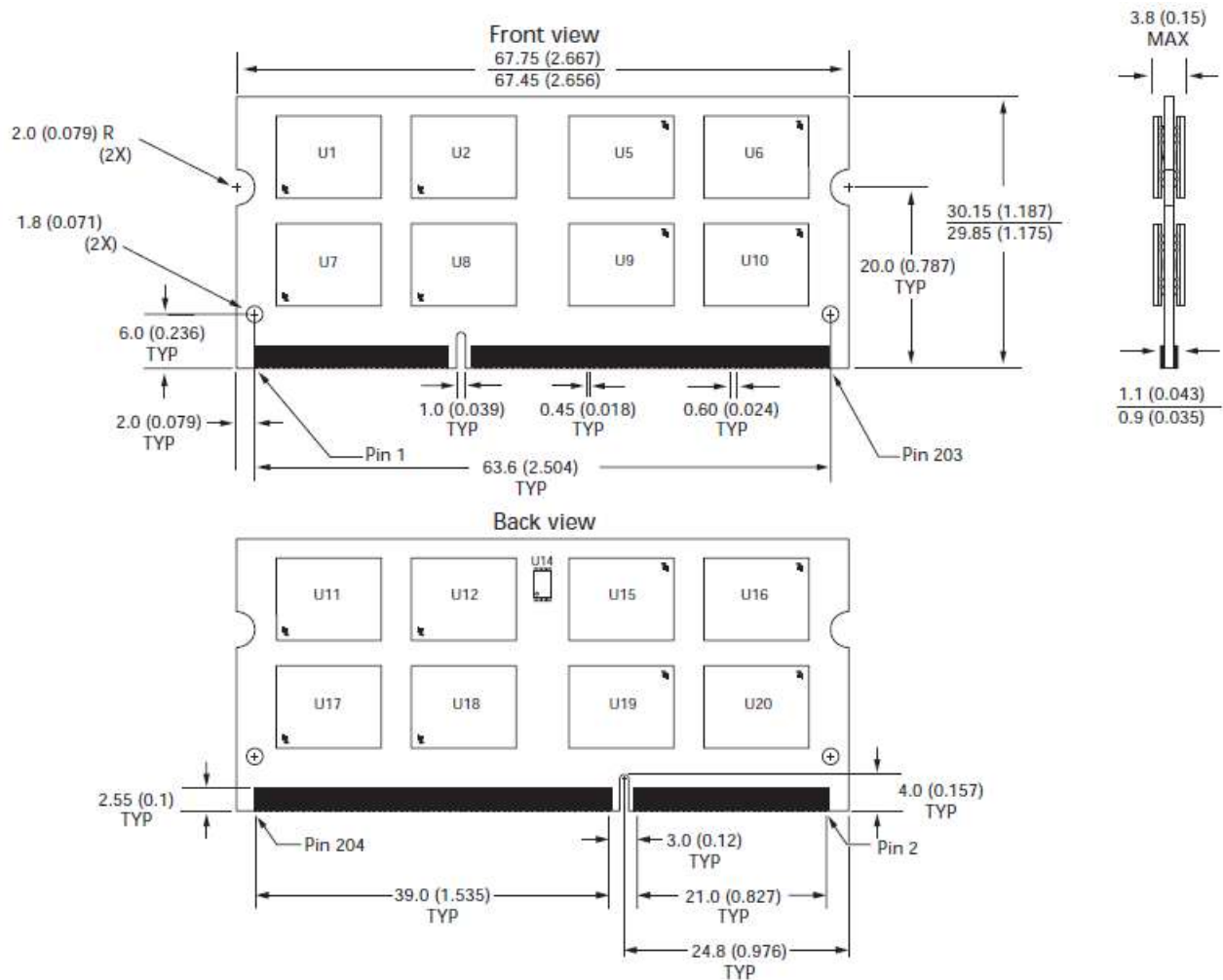


Рис. 14 – Модуль SO-DIMM памяти DDR3 SDRAM (204 контакта)

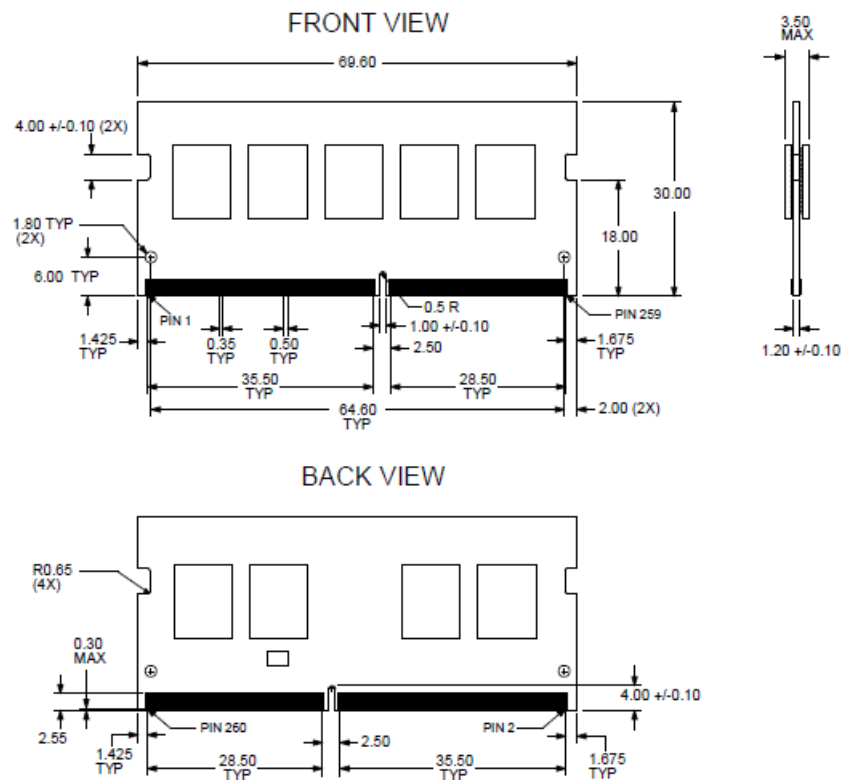


Рис. 15 – Модуль SO-DIMM памяти DDR4 SDRAM (260 контактов)

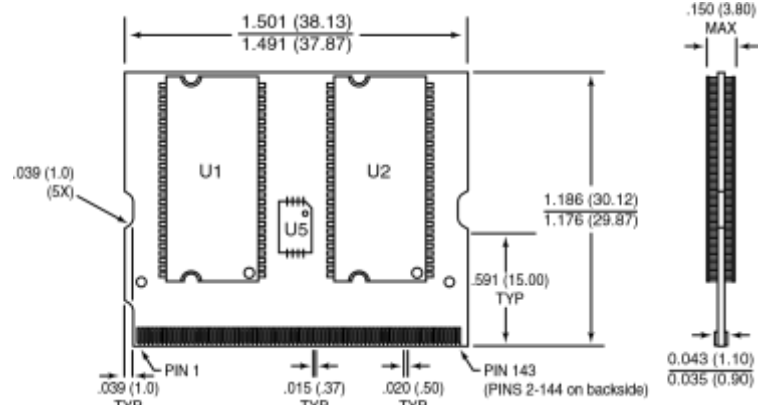


Рис. 16 – Модуль памяти micro-DIMM (144 контакта)

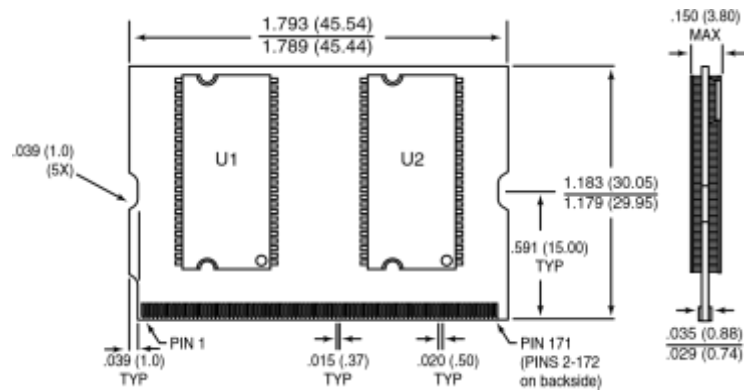


Рис. 17 – Модуль памяти micro-DIMM (172 контакта)



- ♦ *AIMM (AGP Inline Memory Module)*, они же *GPA Card* (GPA – Graphics Performance Accelerator) – 66-контактные 32- или 16-битные модули SDRAM, предназначенные для расширения памяти графических адаптеров, встроенных в системную плату, оснащенных разъемом AGP;
- ♦ *COAST (Cache On A Stick)* – модули расширения кэш-памяти системных плат для микропроцессоров Pentium. На модули устанавливались микросхемы памяти типа SRAM. Объем памяти – 256 или 512 Кбайт. Количество контактов – 160 (два ряда по 80 контактов).

Не пересчитывая контакты, отличить "короткие" модули SIMM от "длинных" и от модулей DIMM легко по их размеру: длина модуля SIMM-30 – примерно 89 мм, SIMM-72 – 108 мм. Модули DIMM-168, DIMM-184 и DIMM-240 имеют одинаковую длину около 134 мм (5,25"), но у 168-контактных модулей два ключа, у 184- и 240-контактных – один (за счет чего больше контактов); кроме того, у DIMM-184 и DIMM-240 по две прорези по бокам, а не по одной. У модулей DIMM-240 шаг контактов мельче (1 мм), чем у DIMM-184 (1,27 мм), и ключи питания расположены выше. Многие современные модули DIMM-240 и DIMM-288 оснащены охлаждающими радиаторами.

Модули RIMM имеют ту же длину, что и модули DIMM-240, но их легко отличить по меньшему числу контактов – середина краевого разъема свободна от ламелей. У модулей RIMM микросхемы памяти закрыты пластиной радиатора. Кроме того, их левый ключ гораздо ближе к центру, чем у DIMM.

В компьютерах, предназначенных для использования в качестве серверов или мощных рабочих станций, нередко применяются специальные платы памяти, позволяющие устанавливать большие объемы ОЗУ. На такие платы также устанавливаются модули SIMM, DIMM или SO-DIMM. Модули памяти применяются и в принтерах (лазерных) — DIMM-168, 100-pin DIMM, AIMM, SO-DIMM-144, но иногда для них требуются и специальные (по конструктивным или размерным параметрам) модули.

Кроме модулей DIMM и SO-DIMM стандартных габаритных размеров существуют модули уменьшенной высоты, обозначаемые как LP – Low Profile. Низкопрофильные модули предназначены для использования в малогабаритных и портативных компьютерах. На рис. 1.18 представлены относительные размеры модулей DIMM различных конструктивных исполнений.

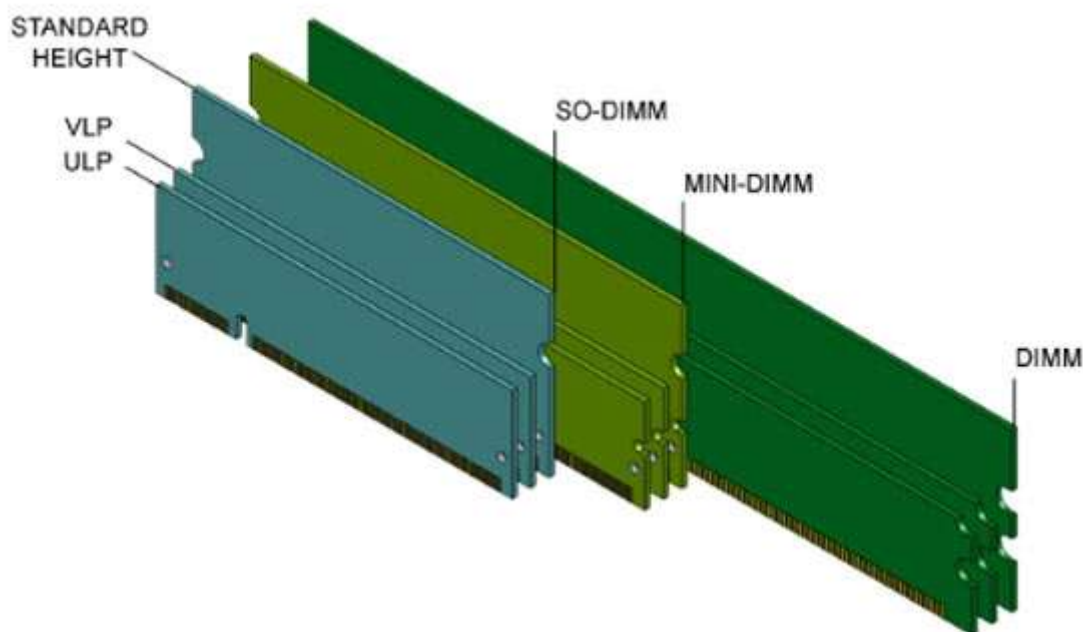


Рис. 1.18 – Относительные размеры модулей DIMM

Существуют также специальные платы-адаптеры, предназначенные для установки модулей памяти типа SO-DIMM в разъемы типа DIMM. Ранее существовали платы-адаптеры для разъемов SIMM-72, на которые устанавливались по 4 модуля SIMM-30.

Помимо основных информационных битов, модули памяти могут иметь дополнительные контрольные биты с различной организацией:

- ♦ Модули без контрольных битов (*non Parity*) имеют разрядность 8, 32 или 64 бита.
- ♦ Модули с контролем четности (*Parity*) имеют разрядность 9, 36 или 72 бита и также допускают независимое побайтное обращение, контрольные биты по обращению приписаны к соответствующим байтам.
- ♦ Модули с генератором четности (*Fake Parity, Parity Generator, Logical Parity*) также допускают независимое побайтное обращение, логические генераторы четности по чтению приписаны к соответствующим байтам. Действительного контроля памяти они не обеспечивают.
- ♦ Модули с контролем по схеме *ECC (Error Code Correction)* имеют разрядность 36, 40, 72 или 80 битов. Обычно они допускают побайтное обращение к информационным битам, но контрольные биты у них привязаны к одному или нескольким словам памяти.
- ♦ *ECC-Optimized* – модули, оптимизированные под режим ECC. От обычных модулей ECC они отличаются тем, что могут не обеспечивать побайтное обращение к информационным битам.
- ♦ *ECC-On-Simm (EOS)* — модули со встроенной схемой исправления ошибок. Каждый байт модуля имеет встроенные средства контроля и исправления ошибок, работающие прозрачно. Для системы модули функционируют как обычные с контролем четности – в случае обнаружения неисправимой ошибки они генерируют ошибочный бит четности. Эти модули обеспечивают отказоустойчивость по памяти (*kill protected memory*) для системных плат, поддерживающих только контроль четности. По алгоритму работы они являются прямой противоположностью модулям с генератором четности (делают больше, чем "говорят").

С целью автоматического конфигурирования вычислительной системы на модули типа DIMM и RIMM устанавливается микросхема специальной энергонезависимой памяти с последовательным доступом по двухпроводному интерфейсу I<sup>2</sup>C, хранящая конфигурационную информацию. Технология доступа к ПЗУ модуля памяти получила наименование SPD – Serial Presence Data. Формат конфигурационных данных стандартизован JEDEC: из доступных 256 байт под параметры модуля определены первые 32 бита; еще 32 бита зарезервированы для дополнительной системной информации, 64 байта предназначены под информацию производителя. Оставшиеся 128 байт ПЗУ также зарезервированы для специального использования.

В табл. 1 приведены основные параметры популярных модулей оперативной памяти.

Таблица 1 – Основные параметры модулей оперативной памяти  
(в скобках указана разрядность шины с учётом контрольных битов)

Модуль ОЗУ	Разрядность шины данных, бит	Объем	Тип микросхем	Напряжение питания, В	Стандартные спецификации (время доступа)	Эффективная тактовая частота, МГц
SIPP, SIMM-30	8 (9)	256 Кб – 16 Мб	FPM, EDO DRAM	5	60, 70, 80 нс	25 – 50
SIMM-72	32 (36)	1 – 16 Мб	FPM, EDO, BEDO DRAM	5	50, 60, 70 нс	25 – 66

Модуль ОЗУ	Разрядность шины данных, бит	Объем	Тип микросхем	Напряжение питания, В	Стандартные спецификации (время доступа)	Эффективная тактовая частота, МГц
DIMM-168-I	64 (72, 80)	8 – 256 Мб	FPM, EDO DRAM	5	50, 60, 70 нс	50 – 66
DIMM-168-II	64 (72, 80)	8 – 512 Мб	FPM, EDO DRAM	5; 3,3	50, 60, 70 нс	50 – 66
DIMM-168-III	64 (72, 80)	8 – 2048 Мб	SDRAM	3,3	PC66, PC100, PC133	66, 100, 133
DIMM-184	64 (72, 80)	128 – 4096 Мб	DDR SDRAM	1,8; 2,5	PC1600, PC2100, PC2700, PC3200	100, 133, 166, 200
DIMM-240	64 (72, 80)	256 – 4096 Мб	DDR2 SDRAM	1,8	PC2-3200, PC2-4300, PC2-5300, PC2-6400	200, 266, 333, 400
DIMM-240	64 (72, 80)	512 – 8192 Мб	DDR3 SDRAM	1,65; 1,5; 1,35	PC3-6400, PC3-8500, PC3-10600, PC3-12800, PC3-14400, PC3-16000, PC3-17000, PC3-19200	400, 533, 667, 800, 1066, 1333, 1600, 1866, 2133, 2400
DIMM-288	64 (72, 80)	1024 – 8192 Мб	DDR4 SDRAM	1,2; 1,35; 1,5	PC4-12800, PC4-14900, PC4-16000, PC4-17000, PC4-19200, PC4-21333, PC4-23466, PC4-25600	800, 1066, 1333, 1600, 1866, 2133, 2400, 2667, 2800, 3000, 3200, 3400, 3466, 3600, 3733, 3866, 4000
SO DIMM-72	32 (36)	4 – 32 Мб	FPM, EDO DRAM	3,3	50, 60 нс	25-33
SO DIMM-144	64 (72)	4 – 64 Мб	FPM, EDO DRAM	3,3	50, 60 нс	25-33
SO DIMM-144	64 (72)	32 – 512 Мб	SDRAM	3,3	12, 10, 8, 7нс	66, 100, 125, 133
SO DIMM-200	64 (72, 80)	64 – 1024 Мб	DDR SDRAM	2,5	PC1600, PC2100, PC2700, PC3200	100, 133, 166, 200
SO DIMM-200	64 (72, 80)	128 – 4096 Мб	DDR2 SDRAM	1,8	PC2-3200, PC2-4300, PC2-5300, PC2-6400	200, 266, 333, 400

Модуль ОЗУ	Разрядность шины данных, бит	Объем	Тип микросхем	Напряжение питания, В	Стандартные спецификации (время доступа)	Эффективная тактовая частота, МГц
SO DIMM-204	64 (72, 80)	256 – 16384 Мб	DDR3 SDRAM	1,65; 1,5; 1,35	PC3-6400, PC3-8500, PC3-10600, PC3-12800, PC3-14400, PC3-16000, PC3-17000, PC3-19200	400, 533, 667, 800, 1066, 1333, 1600, 1866, 2133, 2400
SO DIMM-260	64 (72, 80)	512 – 16384 Мб	DDR4 SDRAM	1,2	PC4-14400, PC4-16000, PC4-17000, PC4-19200	2133, 2400, 2667, 2800, 3000, 3200
RIMM	16 (18)	64 – 256 Мб	RDRAM	2,5	PC600, PC700, PC800, PC1066	400, 600, 800
SO RIMM	16 (18)	64 – 256 Мб	RDRAM	2,5	PC600, PC700, PC800, PC1066	400, 600, 800

## 2.6. Маркировка микросхем и модулей оперативной памяти

Маркировка микросхем памяти указывает её производителя, емкость, время доступа. Типичная форма маркировка микросхем FPM DRAM и более поздних типов имеет вид XXXYZZZ-S, где XXX – идентификатор изготовителя; Y – разрядность шины данных (информационного слова) в битах; ZZZ – ёмкость микросхемы в килобитах; S – время доступа в наносекундах. Например, обозначение -60 или -6 означает номинальное время доступа 60 нс. Информационная ёмкость микросхемы обычно имеет следующие значения: 64, 128, 256 или 512 Кбит; 1 Мбит обычно обозначается как 1000, 1024, 100 или 10, а 4 Мбит – как 4000 или 400. Например, микросхема памяти с обозначением TMS841128-7 указывает, что организация микросхемы 128К×1 бит с номинальным временем доступа 70 нс.

Примеры маркировки микросхем памяти DRAM и их соответствующая организация:

4164 – 64К×1;

4464 – 64К×4;

41128 – 128К×1;

44128 – 128К×4;

41256 – 256К×1;

44256 – 256К×4;

41000 – 1М×1;

44000 – 1М×4.

Рассмотрим один вариант маркировки модулей DIMM от фирмы Micron Technology. Имеем следующее обозначение микросхемы памяти, установленной на модуле типа DIMM-168:

MT 48 LC 8M8 A2 TG-75 LS IT ES,

где MT – идентификатор производителя;

48 – код семейства продукта (28 – Flash ROM, 4 – DRAM, 46 – DDR SDRAM, 48 – SDRAM, 6 – Rambus DRAM);

LC – код технологии изготовления (C – 5 V  $V_{CC}$  CMOS, LC – 3,3 V  $V_{DD}$  CMOS, 2,5 V  $V_{DD}$  CMOS);

8M8 – код организации модуля памяти (К – Кбит, М – Мбит, G – Гбит, отсутствие буквы – бит);

A2 – код версии модуля (конкретные значения определены в документации производителя);

TG – код корпуса микросхемы (DJ – SOJ, DW – wide SOJ, F – FBGA 54 pin, F8 – FBGA 60 pin 8×16, F8 – FBGA 60 pin 11×13, F1 – FBGA 54 pin, F2 – FBGA 60 pin, LQ – TQFP, R1 – FBGA 54 pin, R2 – FBGA 64 pin, TG – TSOP, U –  $\mu$ BGA);

75 – время доступа в наносекундах (7,5 нс, тактовая частота 133 МГц);

L – код режима регенерации (S – саморегенерация, L – пониженное энергопотребление);

IT – код диапазона рабочей температуры модуля (пусто – от 0 до +70°C, IT – от -40 до +85°C);

ES – особенности изготовления модуля (ES – инженерный образец, MS – механический образец).

Примеры обозначений различных микросхем памяти от фирмы Micron:

DRAM – MT4LC1M16E5Q-7L, MT4C4001JDJ-7;

SDRAM – MT58LC32K36B3LG-9;

Flash ROM – MT28SF002VG-8B.

Схема маркировки модулей оперативной памяти DIMM и RIMM аналогична рассмотренной выше маркировкам микросхем памяти. Конкретные методы кодирования обозначений микросхем памяти от различных производителей указываются в фирменной технической документации. По состоянию на 2017 г. основными производителями микросхем и устройств электронной памяти (кроме Intel и AMD,) являются следующие (в скобках приведены торговые марки):

- Samsung Electronics;
- Micron Technology (Crucial, SpecTek);
- SK Hynix Inc.;
- Kingston Technology Corp.;
- Toshiba America Electric Components (OCZ);
- Qimonda AG;
- Infineon Technology AG;
- KINGMAX Semiconductor;
- Patriot Memory LLC;
- Power Quotient International Co Ltd. (PQI);
- Golden Emperor Int'l Ltd. (GeIL);
- Corsair Components;
- Hexon Technology Pte Ltd. (NCP);
- International Enterprise Co. Ltd. (G.Skill);
- Silicon Power Computer & Communications Inc.;
- ADATA Technology Co. Ltd.;
- Transcend Information, Inc.;
- Ramaxel Technology;
- SMART Modular Technologies;
- Super Talent Technology, Corp.
- Mushkin Enhanced;
- Nanya Technology Corp. (Elixir);
- Apacer Technology Inc.;
- TwinMOS Technologies;
- Integrated Silicon Solution Inc. (ISSI);

- Winbond;
- Virtium LLC;
- PNY Technologies, Inc;
- Buffalo Technology;
- SanMax Technologies Inc;
- Promise Technologies;
- Team Group Inc.;
- AVEXIR Technologies Corp., Ltd.;
- Essencore Limited;
- Galaxy Microsystems Ltd. (Galax, KFA2);
- Wilk Elektronik SA (Goodram, IRDM);
- Neo Forza Inc.;
- Gloway International (HK).

Крупнейшими производителями микросхем оперативной памяти являются Samsung Electronics, Micron Technology, SK Hynix. Лидером по объёму производства готовых модулей DIMM DRAM является Kingston Technology.

### 3. ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Образцы микросхем оперативной и постоянной памяти, образцы модулей оперативной памяти, образцы системных плат микро-ЭВМ и ПК с поддержкой различных модулей памяти, фотографии модулей оперативной памяти, специальная учебная и справочная литература, Интернет-ресурсы по аппаратному обеспечению ЭВМ, программные средства просмотра файлов в формате PDF и DJVU.

### 4. ЗАДАНИЕ НА РАБОТУ

Задание на лабораторную работу выдается каждому студенту в индивидуальном порядке. Оно содержит наименование модуля оперативной памяти, для которого следует составить подробное техническое описание. Преподаватель может предоставить студенту физический модуль памяти либо его фотографию в бумажном или электронном виде.

### 5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- v. Ознакомиться с теоретическими положениями лабораторной работы, изучить классификацию микр
- vi. осхем и модулей памяти. Ответить на контрольные вопросы.
- vii. Получить у преподавателя индивидуальное задание.
- viii. Составить письменное подробное техническое описание модуля оперативной памяти, включая описание микросхем памяти модуля. Описание модуля и микросхем памяти должно сопровождаться необходимыми схемами, рисунками, графиками, диаграммами, фотографиями.
- ix. Изучить методы монтажа различных модулей памяти на системные платы микро-ЭВМ и ПК.
- x. Оформить отчет о проделанной работе.
- xi. Защитить отчет перед преподавателем с демонстрацией навыков определения вида и основных параметров исследуемых модулей оперативной памяти.

Отчет по лабораторной работе выполняется на листах писчей бумаги формата А4. По согласованию с преподавателем отчет может быть оформлен в ученической тетради. Страницы отчета должны быть пронумерованы. Отчет должен содержать:

1. титульный лист, выполненный по общепринятому образцу;
2. текст индивидуального задания;



3. подробное техническое описание изучаемого модуля и микросхем оперативной памяти;
4. библиографический список использованных источников информации, выполненный по ГОСТ 7.1-84.

## 6. ПРИМЕР ОПИСАНИЯ МОДУЛЯ ПАМЯТИ

Индивидуальное задание: составить техническое описание модуля оперативной памяти DIMM с обозначениями: PSD21G8002, 1 Gb PC2-6400 CL5.

Внешний вид лицевой стороны модуля представлен на фотографии:



Изучаемый модуль изготовлен компанией Patriot Memory (США). Он имеет 240 двухсторонних позолоченных выводов. На нем установлено 16 микросхем динамической оперативной памяти типа DDR2 SDRAM (по 8 микросхем с каждой стороны модуля) общим объемом 1024 Мбайт. Конструктивное исполнение микросхем – BGA (Ball Grid Array). Эффективная тактовая частота модуля – 800 МГц, номинальная скорость передачи данных – 6400 Мбайт/с.

Микросхемы памяти имеют маркировку: Patriot PM64M8D2BU-25. Каждая микросхема изготовлена компанией Patriot Memory, имеет емкость 64 Мбайт и организацию запоминающей матрицы 64М×8. Микросхема содержит  $2^{36}$  слов памяти с разрядностью 8 бит. Дополнительной буферной памятью, средствами контроля достоверности данных рассматриваемый модуль не оснащен.

Номинальное время обращения к микросхеме – 2,5 нс, что соответствует физической тактовой частоте 400 МГц. Номинальное напряжение питания модуля памяти с микросхемами типа DDR2 SDRAM – 1,8 В. На лицевой стороне модуля установлена микросхема ПЗУ с 8 выводами, которая содержит данные с его техническими параметрами. Параметр CL5 обозначает номинальное время задержки доступа к модулю (CL – CAS Latency) со стороны контроллера памяти – 5 машинных тактов.

## 7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

41. Какие уровни памяти присутствуют в современных ЭВМ?
42. Какие функции выполняет оперативная память ЭВМ?
43. Какими параметрами характеризуются устройства памяти?
44. Какие существуют разновидности оперативной памяти?
45. Какие функции выполняет кэш-память процессора?
46. Каковы принципы работы оперативной памяти статического типа?
47. Каковы принципы работы оперативной памяти динамического типа?
48. Каковы достоинства и недостатки ОЗУ статического типа?
49. Каковы достоинства и недостатки ОЗУ динамического типа?
50. Что означают термины "асинхронная память" и "синхронная память"?
51. Что означает термин "банк памяти"?

52. Какими техническими параметрами характеризуются микросхемы памяти типа FPM DRAM?
53. Какими техническими параметрами характеризуются микросхемы памяти типа EDO DRAM?
54. Какими техническими параметрами характеризуются микросхемы памяти типа SDRAM?
55. Какими техническими параметрами характеризуются микросхемы памяти типа DDR SDRAM, DDR2 SDRAM, DDR3 SDRAM, DDR4 SDRAM?
56. Какими техническими параметрами характеризуются микросхемы памяти типа Rambus DRAM?
57. Какие типы корпусов упаковываются микросхемы памяти?
58. Какие существуют модули оперативной памяти?
59. Какими техническими параметрами характеризуются модули оперативной памяти?
60. Что означают термины "спецификация памяти", "эффективная тактовая частота"?
61. Какими конструктивными параметрами характеризуются модули оперативной памяти SIPP и SIMM?
62. Какими конструктивными параметрами характеризуются модули оперативной памяти DIMM?
63. Какими конструктивными параметрами характеризуются модули оперативной памяти RIMM?
64. Функциональное назначение модулей памяти SO DIMM?
65. Каким образом осуществляется идентификация модулей оперативной памяти в вычислительной системе?

## 8. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

### 8.1. Основная литература

10. Асмаков С.В., Пахомов В.О. Железо 2010. КомпьютерПресс рекомендует. – СПб.; Питер, 2010. – 416 с.
11. Гук М. Аппаратные средства IBM PC: Энциклопедия. – 3-е изд. – М.и др.: Питер, 2006. – 923 с.
12. Колесниченко О.В. Аппаратные средства PC. / Колесниченко О.В., И.В. Шишигин, В.Г. Соломенчук. 6-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 800 с.
13. Лебедев О.Н. Применение микросхем памяти в электронных устройствах: Справ. пособие. – М.: Радио и связь, 1994. – 216 с.
14. Максимов Н.В., Партыка Т.Л., Попов И.И. Архитектура ЭВМ и вычислительных систем: учебник. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013. – 512 с.
15. Максимов Н.В., Партыка Т.Л., Попов И.И. Технические средства информатизации: учебник. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013. – 592 с.
16. Мюллер С. Ремонт и модернизация ПК. 19-е изд. Пер. с англ. – М.: ООО "И.Д. Вильямс", 2011. – 1072 с.
17. Мюллер С. Модернизация и ремонт ноутбуков. Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2006. – 688 с.
18. Применение интегральных микросхем памяти: Справочник / А.А. Дерюгин [и др.]: Под ред. А.Ю. Гордонова, А.А. Дерюгина. – М.: Радио и связь, 1994. – 232 с.
19. Токарев В.Л. Аппаратные средства вычислительной техники: учеб. пособие для вузов. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2005. – 470 с.
20. Mueller Scott M. Upgrading and Repairing PC's. 22<sup>nd</sup> edition. – QUE Publishing, 2015. – 1428 p.



## 8.2. Периодические издания

6. "Компьютер-Пресс" [электронный ресурс]: ежемесячный компьютерный журнал. – ISSN 0868-6157. <http://compress.ru>.
7. "Мир ПК": ежемесячный журнал для пользователей персональных компьютеров. – ISSN 0235-3520. <http://www.osp.ru/pcworld/>.
8. "Hard'n'Soft" [электронный ресурс]: популярный ежемесячный журнал для увлеченных компьютерной техникой. – ISSN . <http://www.hardnsoft.ru/>.
9. "PC Magazine" / Russian Edition (на русском языке): ежемесячный компьютерный журнал. – ISSN 0869-4257. <http://www.pcmag.ru/>.
10. "Upgrade": еженедельный компьютерный журнал. – ISSN 1680-4694. <http://upweek.ru/>.

## 8.3. Интернет-ресурсы

5. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru>.
6. Интернет-Университет информационных технологий [www.intuit.ru](http://www.intuit.ru).
7. Интернет-ресурсы по аппаратному и программному обеспечению вычислительной техники: [www.ferra.ru](http://www.ferra.ru), [www.ixbt.com](http://www.ixbt.com), [www.3dnews.ru](http://www.3dnews.ru), [www.overclockers.ru](http://www.overclockers.ru), [www.notebookcheck.ru](http://www.notebookcheck.ru), [www.thg.ru](http://www.thg.ru).
8. Интернет-ресурсы производителей микросхем и модулей оперативной памяти.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

### ВИДЕОСИСТЕМЫ МИКРО-ЭВМ И ПК: ВИДЕОКОНТРОЛЛЕРЫ И ВИДЕОАДАПТЕРЫ

#### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Изучение структуры и принципов функционирования основных компонентов видеосистем универсальных микро-ЭВМ и персональных компьютеров (ПК) с целью приобретения умений и навыков проектирования и эксплуатации вычислительных систем для средств автоматизации и управления.

#### 2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

##### 2.1 Эволюция видеоадаптеров IBM

Современные видеоконтроллеры и видеоадаптеры по своей архитектуре и потребительским свойствам очень далеко ушли от своих предшественников, разработанных инженерами IBM более 30 лет назад. Однако до сих пор современные видеоконтроллеры сохраняют совместимость с ранее разработанными устройствами и программами, поскольку их функционирование основано на концептуальных принципах, заложенных более 30 лет назад. Рассмотрим далее основные этапы развития видеоадаптеров IBM для ПК семейств PC/XT/AT и PS/2, во многом определивших высокое техническое совершенство современной компьютерной видеоаппаратуры.

В первом IBM PC использовался адаптер **MDA** (*Monochrome Display Adapter*). На монохромном экране могла отображаться только алфавитно-цифровая информация. Разрешающая способность видеосистемы была 720×350 пикселей. Графического режима в адаптере предусмотрено не было, а текстовая информация отображалась на экране в 25 строк по 80 символов в строке. Имелась возможность устанавливать у выводимых символов инверсное изображение, повышенную яркость, подчеркивание и мерцание. Частота развёртки адаптера MDA составляла 50 Гц, поэтому для работы с этим адаптером рекомендовался дисплей с люминофором длительного свечения. Образы выводимых символов хранились в ПЗУ видеоадаптера, возможность их программного изменения отсутствовала. Единственный способ нарисовать на экране MDA "графическую картинку" – использовать символы псевдографики из кодовой таблицы ASCII. Отличительной особенностью адаптера MDA было присутствие на его плате разъёма параллельного коммуникационного порта LPT для подключения принтера.

Конкурентом видеоадаптера MDA некоторое время был выпущенный в 1982 г. видеоадаптер **HGC** (*Hercules Graphics Card*) фирмы Hercules, который поддерживал как текстовый режим MDA, так и монохромный графический режим. Этот видеоадаптер мог управлять состоянием отдельных пикселей на экране и отображать чёрно-белую картинку с разрешением 720×348. Такого разрешения последующий видеоадаптер IBM CGA не мог обеспечить ни в одном из своих режимов, включая монохромные. Таким образом, даже без поддержки цветного изображения, HGC позволял использовать чёрно-белую графику и MDA-совместимый текстовый режим, что для многих пользователей являлось очень привлекательным. HGC был оснащён 64 кбайт видеопамью – вчетверо больше, чем у адаптера CGA, и в 16 раз больше, чем у адаптера MDA.

Позднее стандарт HGC был дополнен и расширен. Адаптер **HGC+** (*Hercules Graphics Card Plus*), выпущенный в июне 1986 г., позволял использовать пользовательские шрифты в текстовом режиме. Адаптер **HICC** (*Hercules InColor Card*), выпущенный в 1987 г., обладал возможностями, близкими к стандарту EGA – отображал 16 цветов из палитры в 64 цвета.

Операционные системы Microsoft MS-DOS и Windows поддерживали адаптеры HGC в версиях до 3.xx, но поддержка их была прекращена с выходом Windows 95.

Для компьютеров PC/XT в 1983 г. фирма IBM разработала адаптер **CGA** (*Color Graphics Adapter*), который кроме текстовой информации обеспечивал вывод на монитор и цветного графического изображения. Адаптер CGA обеспечивал отображение четырех цветов при разрешающей способности 320×200 пикселей. В монохромном графическом режиме разрешающая способность повышалась до 640×200 пикселей. В текстовых режимах адаптер поддерживал 16 цветов, а в строке могли выводиться 40 или 80 символов. Объем видеопамати в адаптере CGA – 16 Кбайт. Адаптеры CGA имели возможность подключения к бытовому телевизору, работающего в стандарте NTSC.

В 1984 г. фирма IBM выпустила улучшенный графический адаптер **EGA** (*Enhanced Graphics Adapter*). Этот адаптер поддерживал все режимы работы адаптеров MDA и CGA и обладал дополнительными способностями. Например, при разрешающей способности 640×350 пикселей он может одновременно воспроизводить 16 цветов из палитры 64 цвета. Частота кадров мониторов EGA составляла 60 Гц. С появлением видеоадаптеров CGA и EGA началась интенсивно развиваться индустрия компьютерных игр, систем компьютерной графики и автоматизированного проектирования (САПР). Объем видеопамати для адаптера EGA был увеличен до 64 Кбайт.

В 1984 году IBM также выпустила видеоадаптер **PGC** (*Professional Graphics Controller*), называемый также **PGA** (*Professional Graphics Adapter* или *Professional Graphics Array*), предназначенный для использования в САПР. Этот адаптер отличался высокой стоимостью и состоял из трёх печатных плат. Он поддерживал вывод двухмерных (2D) и трёхмерных (3D) изображений, разрешение 640×480 пикселей (немного больше, чем у EGA) и одновременный вывод 256 цветов из 4096 возможных. Увеличенное количество цветов позволяло создавать фотореалистичные изображения. Адаптер поддерживал собственный язык для создания и преобразования двухмерных и трёхмерных изображений. Также адаптер PGC мог эмулировать работу адаптера CGA. Объем видеопамати в адаптере PGC составлял 320 Кбайт – намного больше, чем у существовавших в то время видеоадаптеров.

В 1987 г. фирма IBM для компьютеров нового семейства PS/2 разработала две модели видеоадаптеров – MCGA и VGA. Видеоадаптер **MCGA** (*Multi Color Graphics Array*) представлял собой усовершенствованный вариант адаптера CGA и предназначался для младших моделей PS/2. Он позволял работать с разрешением 320×200 пикселей при 256 цветах и разрешением 640×480 при черно-белом изображении.

Видеоадаптер **VGA** (*Video Graphics Array*) предназначался для старших моделей PS/2. Этот видеоадаптер, полностью совместимый с предыдущими разработками фирмы, стал фактическим стандартом для всех IBM-совместимых ПК. Адаптер VGA обеспечивает разрешение 640×480 пикселей, при котором на экране монитора может воспроизводиться 16 цветов. При разрешении 320×200 адаптер может воспроизводить 256 цветов; этот режим широко использовался в ранних компьютерных играх, поскольку невысокое разрешение изображения компенсировалось относительно широкой цветовой палитрой. Объем видеопамати составлял 256 Кбайт.

В 1990 г. фирма IBM представила видеоадаптер **XGA** (*eXtended Graphics Array*), предназначенный для старших моделей ПЭВМ семейства PS/2. Адаптер XGA может аппаратно выполнять перерисовку изображений без участия центрального процессора. При обмене данными между видеопаматью и оперативной памятью адаптер XGA без участия центрального процессора выполняет управление системной магистралью. Этот адаптер был оснащён специальной двухпортовой видеопаматью типа VRAM. Объем видеопамати адаптера XGA составлял 512 или 1024 Кбайт. В первом случае обеспечиваются максимальные разрешения 640×480 при 256 цветах и 1024×768 при 16 цветах. Во втором случае количество отображаемых цветов увеличивается до 65536 и 256 соответственно.

В 1992 г. был выпущен усовершенствованный вариант видеоадаптера XGA – **XGA-2**. Объем видеопамати в этом адаптере был увеличен, что обеспечивает отображение 65536

цветов при разрешении 1024x768. Чересстрочные режимы работы монитора с адаптером XGA-2 уже отсутствовали. Основные технические решения адаптеров XGA и XGA-2 были позднее реализованы в адаптерах типа Super VGA.

Отметим, что архитектура IBM PC уже изначально предусматривала подключение двух мониторов и двух видеоадаптеров, при этом один из видеоадаптеров должен быть типа MDA, а другой – CGA, EGA или VGA. В настоящее время все видеоконтроллеры позволяют подключать 2-4 монитора одновременно; некоторые видеоадаптеры способны работать и с большим числом мониторов. При мультимониторной конфигурации исходное изображение может либо дублироваться одновременно на всех мониторах, либо распределяться по каждому из них (т.е. каждый монитор выводит только часть исходного изображения).

Упрощенная структурная схема видеоадаптеров VGA и SVGA приведена на рис. 6.6. Основными его узлами являются видеоконтроллер, видео-BIOS, видеопамять, цифро-аналоговый преобразователь с небольшой собственной памятью RAMDAC (Random Access Memory Digital to Analog Converter), и схемы интерфейса с системной магистралью ПК и монитором.

Адаптеры CGA и EGA работают совместно с композитными или цифровыми мониторами и предусматривают подключение светового пера. К адаптерам VGA, SuperVGA или XGA подключается аналоговый монитор, а поддержка светового пера была изъята.

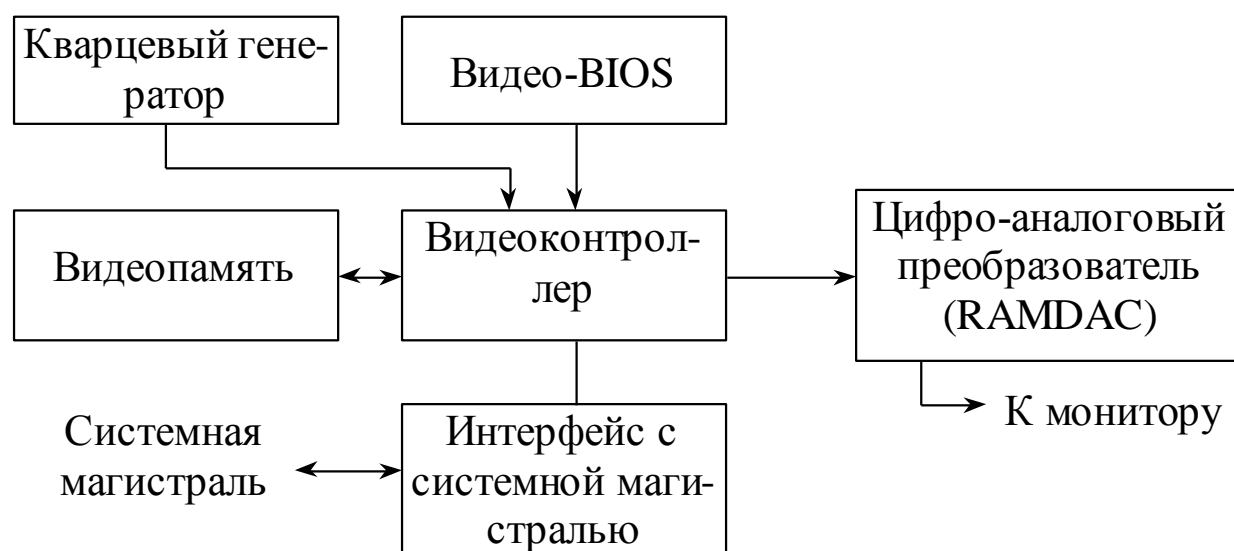


Рисунок 6.1 – Структурная схема адаптеров VGA и SVGA

*Видеопамять* адаптера, называемая также видеобуфером или фрейм-буфером, предназначена для хранения изображения, воспроизводимого на экране монитора. Она представляет собой оперативную память, которая находится в логическом адресном пространстве процессора.

Адаптер MDA имел 4 Кбайт видеопамати, адаптер CGA – 16 Кбайт. Адаптер EGA имел три варианта исполнения: 64, 128 или 256 Кбайт видеопамати. Адаптер VGA имел 256 Кбайт видеопамати. Видеопамять обычно строится на микросхемах динамической памяти DRAM.

В настоящее время используются два основных метода хранения данных в видеопамати. Первый из них называется "*bit-mapped*" и предполагает, что память разделена на так называемые битовые плоскости. Каждая такая плоскость содержит только один бит для каждого пикселя. Количество плоскостей определяет количество битов на один пиксель. Обычно применяется четыре битовых плоскости. Второй способ называется "*packed display format*". В этом случае используется только одна плоскость видеопамати, которая разделена

на  $n$ -разрядные элементы, определяющие фрагменты или точки изображения. В некоторых случаях для хранения данных в видеопамяти используются комбинации указанных методов.

В текстовом режиме работы экран монитора разбивается на отдельные символьные позиции, в каждой из которых может отображаться один символ. Символьной позиции соответствует номер столбца  $X$  и номер строки  $Y$ . В видеопамяти для каждой такой позиции отводится по два байта: первый (четный) байт содержит код самого символа, а следующий (нечетный) - его атрибуты. В байте атрибута кодируется способ отображения символа: уровень яркости, цвет, мерцание, инверсия, подчеркивание. Размер символьной позиции зависит от режима работы видеосистемы и может быть  $8 \times 8$ ,  $9 \times 14$  или  $9 \times 16$  пикселей. Те пиксели, которые образуют изображение символа, называют передним планом, остальные - фоном. Если цвет символа совпадает с цветом фона, то символ становится невидимым.

Для преобразования кодов символов, хранимых в видеопамяти, в точечные изображения на экране монитора служит знакогенератор. Обычно он представляет постоянное запоминающее устройство (ПЗУ), в котором хранятся образы символов, "разложенные" по строкам. На основании кода из ПЗУ знакогенератор формирует на своем выходе соответствующий двоичный код, который затем преобразуется в видеосигнал.

В графическом режиме каждому пикселю отводится один (монохромный режим) или несколько битов (цветной режим). В графическом режиме имеется доступ к каждой точке изображения. Исторически сложилось, что для текстовых и графических режимов отводятся различные начальные адреса в видеопамяти.

Видеопамять разделена на видеостраницы, каждая из которых содержит информацию об изображении полного экрана. Количество видеостраниц в адаптере VGA может быть от одной до восьми. В любой момент времени на экран может выводиться содержимое только одной, активной страницы. Многостраничная организация видеопамяти позволяет мгновенно менять изображения на экране и реализовывать эффекты перемещения графических объектов.

За время существования IBM-совместимых ПК было определено несколько форматов изображения, соответствующих режимам работы различных адаптеров. В частности, формат изображения определяет тип режима (текстовый или графический), разрешающую способность в пикселях или символьных позициях (горизонталь-вертикаль), количество воспроизводимых цветов. В текстовом режиме существуют два формата вывода изображения:

- 25 строк по 40 символов в каждой строке;
- 25 строк по 80 символов в каждой строке.

Адаптеры EGA и VGA позволяют увеличить количество выводимых строк в текстовом режиме до 43 и 50 соответственно. Форматы изображений в графических режимах видеоадаптеров VGA и SVGA представлены в таблице 6.2.

Существенной особенностью видеоадаптеров EGA, VGA и более совершенных является поддержка символьных наборов, определенных пользователем и заменяющих коды символов, записанных в ПЗУ. На этом свойстве основана "русификация" IBM-совместимых ПЭВМ.

Аналоговые мониторы соединяются с адаптером VGA или SVGA посредством 15-контактного разъема и экранированного кабеля типа VGA. Цифровые мониторы, используемые с адаптерами MDA, CGA и EGA, соединяются с адаптером с помощью 9-контактного разъема. Как правило, на таких кабелях имеются специальные фильтры, уменьшающие высокочастотные помехи в видеосигнале. Длина кабеля VGA обычно не превышает обычно одного метра, но существуют специальные удлинители.

Таблица 6.2 – Графические режимы работы видеоадаптера

Количество цветов	Разрешающая способность изображения					
	320x200	640x200	640x350	640x480	800x600	1024x768
2	CGA	CGA	EGA	VGA	SVGA	SVGA

4	CGA	EGA	EGA	VGA	SVGA	SVGA
16	EGA	EGA	EGA	VGA	SVGA	SVGA
256	VGA	SVGA	SVGA	SVGA	SVGA	SVGA

## 2.2 Видеоадаптеры Super VGA

Развитие стандартов VGA и XGA в 1990 гг. и далее осуществлялось уже не IBM, а независимыми разработчиками компьютерной видеоаппаратуры и происходило в направлении увеличения разрешающей способности и количества воспроизводимых цветов, а также введения новых дополнительных возможностей. Новые разработки видеоадаптеров получили тогда общее название Super VGA (SVGA). Некоторыми отличительными особенностями адаптеров SVGA первого поколения стали следующие:

- использование многоцветных режимов с разрешением 800x600 пикселей и более;
- 512 Кбайт видеопамяти и более (у VGA 256 Кбайт);
- RAMDAC более высокой разрядности (8 разрядов вместо 6);
- 16-, 32- и 64-разрядная шина данных (у VGA обычно 8-разрядная);
- 16-разрядные команды видео-BIOS (у VGA обычно 8-разрядные);
- специальные типы микросхем видеопамяти (VRAM, WRAM, SGRAM);
- программируемый кварцевый генератор;
- поддержка аппаратного курсора;
- аппаратная поддержка графических операций и др.

Ассоциация VESA предложила свой стандарт на новые видеоадаптеры, который в настоящее время поддерживается всеми производителями видеооборудования. Цветовая гамма изображения расширяется за счет увеличения количества разрядов, приходящихся на код цвета. Для отображения 256 цветов требуется 8 бит на пиксель. Видеорежимы, в которых используются 15 или 16 бит для кодирования цвета, называются **HighColor**. При этом возможно одновременное отображение 32768 и 65536 цветов соответственно. Видеорежим, в котором для кодирования цвета используется 24 или 32 бита, позволяет отобразить 16777216 и более цветов, называется **TrueColor**. Режимы HighColor и TrueColor обеспечивают более точную цветопередачу и используются для профессиональной обработки высококачественных изображений.

В текстовом режиме адаптер SVGA позволяет увеличить количество выводимых строк до 60, а количество символов в строке – до 132.

Для всех режимов Super VGA требуется не менее 512 Кбайт видеопамяти (кроме 16-цветного режима с разрешением 800x600, для которого достаточно 256 Кбайт). SVGA-адаптеры, разработанные в 1990 гг. и имеющие интерфейсы ISA, EISA, VLB, PCI имеют от 1 до 64 Мбайт видеопамяти. В более современных видеоадаптерах с интерфейсами AGP и PCI-Express, разработанных после 2000 г., типичные объёмы видеопамяти уже составляют 128, 512, 1024, 2048, 3072, 4096 и 8192 Мбайт. В таблице 6.3 приведены значения минимального объема видеопамяти в килобайтах, необходимого для получения данной разрешающей способности и количества одновременно отображаемых цветов.

Таблица 6.3 – Минимальные объёмы видеопамяти для вывода двумерного изображения, Кбайт

Количество цветов	Разрешающая способность изображения				
	640x480	800x600	1024x768	1280x1024	1600x1200
16	150	235	384	640	938
$2^8=256$	300	469	768	1280	1875
$2^{16}=65536$	600	938	1536	2560	3750
$2^{24}=16777216$	900	1407	2304	3840	5625

Обработка изображения на экране монитора требует значительных затрат процессорного времени, поэтому скорость работы видеоадаптера определяется в первую очередь быстродействием центрального процессора, разрядностью внутренней шины видеоконтроллера, типом интерфейса видеоадаптера, типом видеопамяти.

Одним из способов повышения скорости работы адаптера является использование в качестве видеопамяти не обычных микросхем типа DRAM, а специальных двухвходовых (двухпортовых) микросхем VRAM (Video RAM). Обычные микросхемы DRAM в каждый момент времени могут выполнять либо запись, либо чтение информации. Поэтому когда адаптер пересылает содержимое видеопамяти на монитор во время прямого хода кадровой развертки, процессор вынужден дожидаться завершения этой операции, прежде чем начать запись в видеопамять новых данных. Микросхемы VRAM благодаря своей структуре позволяют выполнять чтение и запись одновременно. Позднее был разработан усовершенствованный вариант памяти типа VRAM, названный WRAM (Window RAM).

Видеоадаптеры с памятью типа VRAM и WRAM оказались более дорогими, чем адаптеры с обычной динамической памятью. Более дешевым вариантом построения видеопамяти стало использование микросхем динамической памяти типа EDO DRAM и SGRAM. SGRAM – это разновидность памяти типа SDRAM, оптимизированная для работы в видеоадаптерах. Видеопамять типа EDO и SGRAM работают быстрее обычных микросхем DRAM примерно на 10 и 25% соответственно.

Более современные модели видеоадаптеров используют микросхемы оперативной памяти типа универсального и специального назначения DDR и GDDR соответственно. Наиболее активно с видеоконтроллерами применяются микросхемы типа DDR3, DDR4, GDDR3, GDDR5. Память типа DDR ориентирована на использование в видеоадаптерах недорогих и энергоэффективных вычислительных систем, а память типа GDDR – в высокопроизводительных графических устройствах. Перспективными микросхемами видеопамяти для видеоадаптеров являются наиболее скоростные и дорогостоящие GDDR5X, GDDR6 и HBM.

Другой путь повышения производительности видеосистемы состоит в использовании локальной шины компьютера. Если видеоадаптеры CGA, EGA и VGA работают совместно с интерфейсом ISA, то адаптеры SVGA рассчитаны на работу совместно с интерфейсами VLB или PCI (интерфейс EISA для видеоадаптеров используется крайне редко). Специально для видеоадаптеров фирма Intel в 1997 г. разработала интерфейс AGP (Accelerated Graphics Port), максимальная пропускная способность которого в четыре раза выше, чем у PCI. Практически все современные видеоадаптеры оснащаются высокоскоростными интерфейсами PCI-Express 16x.

Внутренняя шина данных адаптеров типа SVGA и более современных имеет разрядность 32, 64, 128, 192, 256, 384, 512 бит и имеет тенденцию к увеличению этого параметра.

Более прогрессивным способом повышения скорости работы видеоадаптера является использование графических ускорителей (акселераторов) и сопроцессоров. В адаптерах CGA, EGA или VGA микросхема видеоконтроллера представляет собой сравнительно пассивное устройство, поскольку все операции обработки данных в видеопамяти выполняет сам центральный процессор. Графические акселераторы и сопроцессоры повышают быстродействие видеосистемы благодаря освобождению центрального процессора от выполнения элементарных графических операций и сокращения количества информации, передаваемой по системной магистрали компьютера.

*Графический акселератор* – это специализированный графический сопроцессор, ориентированный на выполнение строго определенного перечня графических операций с ориентацией на конкретные программы. Наибольшее распространение в 1990 гг. получили адаптеры SVGA, имеющие графические акселераторы для работы в среде операционных систем WINDOWS и OS/2.

*Графический сопроцессор* – устройство более универсальное, которое можно

программировать на выполнение практически любых графических функций. Таким образом, основное различие между сопроцессором и акселератором состоит в степени их интеллектуальности. Поэтому видеоадаптеры, оснащенные графическими сопроцессорами, являются и более дорогими устройствами.

Развитие мультимедийных технологий привело к созданию так называемых мультимедиа-акселераторов, полностью совместимых с обычными графическими акселераторами и предоставляющими возможность выполнения дополнительных функций. Эти функции связаны с воспроизведением информации из видеофайлов и видеодисков, а также с построением сложных геометрических объектов на экране монитора. К ним относятся цифровая фильтрация и масштабирование видеоизображения, компрессия и декомпрессия видеоинформации, реализация эффектов трехмерной (3D) графики и другие.

Процесс формирования объемного (трехмерного) изображения на экране монитора условно можно разбить на четыре этапа. Сначала каждая трехмерная фигура рассчитывается по отдельности и строится ее проволочная модель на основе математической модели. Затем производится геометрическое моделирование – все объекты собираются в единую сцену, накладываются друг на друга, отсекаются лишние перекрывающиеся элементы и формируются объемные поверхности путем наложения на проволочную модель множества треугольников. На третьем этапе осуществляется треугольное проецирование - сцена начинает рассматриваться из одной точки с соответствующими корректировками. Четвертый этап – рендеринг – состоит в определении цвета и освещенности каждого пикселя и наложении реалистичных текстур на объекты, что создает иллюзию естественности трехмерных объектов. Первые два этапа создания трехмерной сцены обычно проходят под непосредственным управлением центрального процессора, а рендеринг и треугольное проецирование производятся графическими акселераторами и процессорами. При этом все этапы требуют очень интенсивных вычислений с вещественными числами, что сильно нагружает и центральный, и графический процессор. С целью аппаратного ускорения операций обработки трехмерных изображений компанией AMD в 1998 г. была разработана система команд для микропроцессоров, получившая обозначение "3DNow!". Для тех же целей компания Intel с 1997 г. развивает в своих микропроцессорах системы команд MMX и SSE.

### 2.3 Интерфейсы мониторов и видеоадаптеров

Подключение кинескопных мониторов последних поколений к видеоадаптерам компьютеров чаще всего осуществляется с помощью интерфейса VGA. Жидкокристаллические мониторы могут подключаться к компьютерным видеоадаптерам с помощью более широкого набора интерфейсов: VGA, DVI, HDMI, DisplayPort. На рис. 6.2 представлены характерные изображения разъемов аналоговых и цифровых интерфейсов, которые присутствуют на видеоадаптерах, мониторах и телевизорах.

Рассмотренный выше **VGA** – это миниатюрный 15-контактный разъем и соответствующий ему аналоговый интерфейс. Интерфейс был разработан IBM в 1987 г. и изначально предназначался для подключения к ПК семейства PS/2 мониторов на ЭЛТ. Интерфейсом VGA также оснащаются некоторые проигрыватели DVD и многие плазменные и жидкокристаллические телевизоры. В настоящее время интерфейс VGA считается устаревшим и активно вытесняется цифровыми интерфейсами DVI, HDMI и DisplayPort. Крупнейшие производители электроники Intel, AMD, NVidia объявили о полном отказе от поддержки интерфейса VGA в 2015 г. Большинство современных ЖК-мониторов, не имеющих разъема VGA, могут подключаться к видеоадаптеру с VGA-выходом через разъем DVI-I с помощью специального переходного устройства, поскольку часть линий разъема DVI-I в целях совместимости являются интерфейсом VGA (за исключением разъема DVI-D, в котором аналоговые линии отсутствуют). Разъем VGA ещё активно применяется в системах промышленной автоматизации и диспетчеризации для подключения разных типов



устройств. Кроме стандартного разъёма VGA существует также его малогабаритный вариант – mini-VGA.

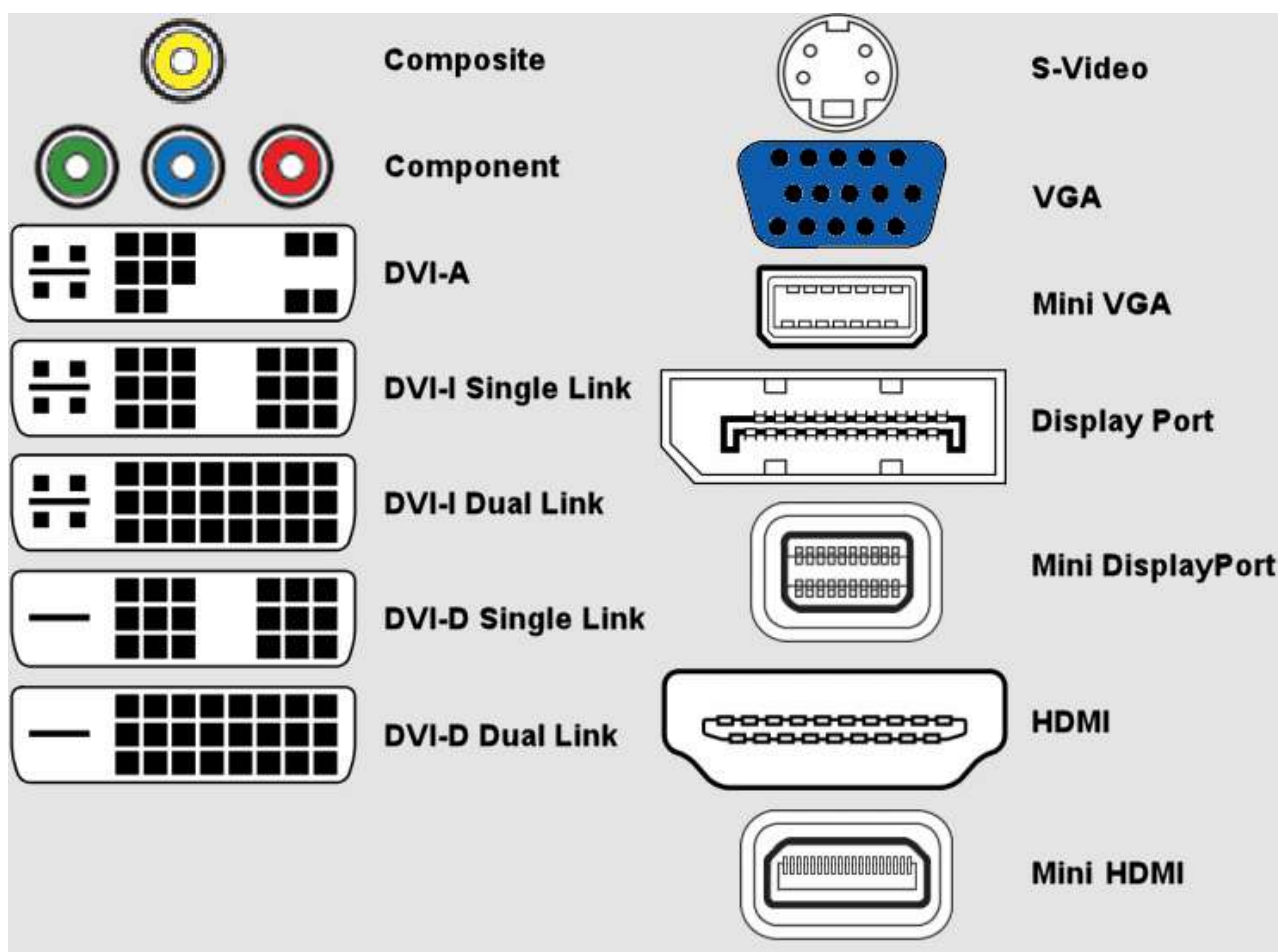


Рисунок 6.2 – Разъёмы для подключения мониторов и телевизоров к компьютерным видеоадаптерам

**DVI** (Digital Visual Interface) – стандарт интерфейса, предназначенного для передачи видеоизображения на цифровые устройства отображения, такие как жидкокристаллические мониторы, телевизоры и проекторы. DVI разработан консорциумом Digital Display Working Group в 1999 г. При разработке нового интерфейса предполагалось, что кинескопные мониторы ещё долго будут существовать на рынке, поэтому с целью совместимости в стандарт и соответствующий разъём были включены линии интерфейса VGA. Максимальная длина соединительного кабеля DVI зависит от количества передаваемой информации. Кабель DVI длиной 10,5 м можно использовать для передачи изображения с разрешением до  $1920 \times 1200$  точек, а по кабелю длиной 15 метров получится передать в нормальном качестве изображение с разрешением  $1280 \times 1024$  точек.

Кроме полноразмерных разъёмов DVI существуют также малогабаритные разъёмы mini-DVI и micro-DVI.

Существуют две разновидности интерфейса DVI – Single link и Dual link. Интерфейс и разъём типа DVI Single link (одинарный режим) обеспечивает передачу изображения с кодировкой цвета 24 бита на пиксель. С ним может быть достигнуто максимальное возможное разрешение  $1920 \times 1200$  (60 Гц) или  $1920 \times 1080$  (75 Гц). Интерфейс и разъём типа DVI Dual link (двойной режим) удваивает пропускную способность и позволяет получать более разрешения экрана  $2048 \times 1536$ ,  $2560 \times 1080$ ,  $2560 \times 1600$ . Поэтому для самых крупных ЖК-мониторов с большим разрешением (с экраном более 27 дюймов) нужен видеоадаптер с двухканальным выходом DVI-D Dual-Link. Интерфейс DVI-A Single Link предусматривает только аналоговую передачу данных, DVI-I – и аналоговую, и цифровую передачу, DVI-D –

только цифровую передачу. Таким образом, видеоадаптеры с разъёмом DVI-A не поддерживают мониторы, оснащённые разъёмом DVI-D, а видеоадаптер с разъёмом DVI-I можно подключить к монитору с разъёмом DVI-D кабелем с двумя разъёмами типа DVI-D.

Интерфейс **HDMI** (High Definition Multimedia Interface) – интерфейс для передачи мультимедийных данных (изображения и звука) высокой чёткости. Разъём HDMI обеспечивает цифровое соединение нескольких устройств с помощью соответствующих кабелей. Основное различие между HDMI и DVI в том, что разъём HDMI меньше по размеру, а также поддерживает передачу многоканальных цифровых аудиосигналов. Данный интерфейс является заменой устаревших аналоговых стандартов подключения видеоаппаратуры, таких как SCART, VGA, RCA, S-Video.

Длина стандартного кабеля HDMI может достигать 10 м, также возможно увеличение длины до 20-35 м и более путём применения как внешних усилителей-повторителей, так и вмонтированных сразу в кабель. Некоторые производители кабелей устанавливают ферритовые кольца в начале и в конце кабеля для защиты от помех. Существуют устройства-переходники с HDMI на DVI и обратно с целью совместимости с различными устройствами, не имеющими одного из этих входов/выходов.

Разъёмы HDMI исполняются в одном из трёх исполнений: обычный HDMI (или Type A), mini-HDMI (Type C) и micro-HDMI (Type D).

**DisplayPort** – стандарт интерфейса для цифровых мониторов. Разработан ассоциацией VESA, первая версия стандарта принята в 2006 г. Интерфейс DisplayPort предполагается к использованию в качестве наиболее современного интерфейса соединения аудио- и видеоаппаратуры, в первую очередь для соединения компьютера с монитором или компьютера и систем домашнего кинотеатра. Технология DisplayPort позволяет передавать одновременно как графические, так и аудиосигналы, она предусматривает также параллельное подключение к одному видеоадаптеру нескольких мониторов. Кроме полноразмерного разъёма существует также его уменьшенный вариант Mini DisplayPort.

Перспективными проводными интерфейсами для передачи видео- и аудиоданных между компьютерами и мониторами являются **USB** и **Thunderbolt**. Спецификация 3.1 интерфейса USB и соответствующий универсальный 24-контактный разъём USB Type-C в некоторых режимах работы могут применяться и для передачи видеосигнала в стандартах DisplayPort и HDMI.

Интерфейс Thunderbolt – аппаратный интерфейс, разработанный компанией Intel совместно с компанией Apple и представленный в 2011 г. Он предназначен для подключения периферийных устройств к компьютеру с максимальной скоростью передачи данных до 10 Гбит/с по медному проводу и до 20 Гбит/с при использовании оптического кабеля. В своей работе Thunderbolt комбинирует интерфейсы PCI Express и DisplayPort в одном кабеле. Интерфейс допускает подключение к одному порту до шести периферийных устройств путём их объединения в цепочку. Конструктивно в интерфейсе Thunderbolt версий 1 и 2 используется тот же разъём, что и Mini DisplayPort (MDP). MDP электрически совместим с полноразмерным разъёмом DisplayPort, но использует меньший по размеру разъём, на котором отсутствует защёлка. Thunderbolt 3-й версии использует разъём USB Type-C.

Ещё одним перспективным направлением развития видеоинтерфейсов являются технологии беспроводной передачи видеосигнала от компьютера к монитору или телевизору. Так, компания Intel на основе технологии беспроводных сетей Wi-Fi спецификации IEEE-802.11n разработала стандарт **WiDi**. Аналогичный стандарт разработала и компания AMD под наименованием **ViVu**. Эти стандарты являются проприетарными, т.е. закрытыми для широкого применения. Существует также технология **WHDI** (Wireless Home Digital Interface) – цифровой стандарт беспроводной передачи видеопотока. Основным разработчиком стандарта и аппаратуры – фирма Amimon (Израиль). Трансляция в системе WHDI ведётся на частоте 5 ГГц со скоростью 3 Гбит/с. Передатчики WHDI имеют радиус действия до 30 м и позволяют передавать видеоданные в формате Full HD и многоканальный аудиопоток. Однако несмотря на очевидные преимущества беспроводная передача видеосигнала ещё не

получила широкого распространения.

Бытовые плоскпанельные телевизоры могут легко подключаться к ПК как мониторы, поскольку все они оснащены стандартными интерфейсами VGA, DVI, HDMI, DisplayPort в каком-либо сочетании, позволяющими непосредственно подключать их к видеоадаптерам без промежуточных преобразований сигнала, как это было ранее.

Таким образом, основными разработчиками и изготовителя графических контроллеров и процессоров являются NVIDIA, AMD и Intel. Наиболее крупными изготовителя видеоадаптеров для ПК являются ASUS/TEK Computer, Gigabyte Technology, Micro-Star International, Palit Microsystems, Sapphire, Galaxy, Zotac, Gainward, EVGA Corporation, InnoVision Multimedia, Point of View, PowerColor, Leadtek, PNY Technologies, Elsa.

## 2.4 Специальные технологии обработки видеoinформации

Специальными аппаратно-программными технологиями, которые широко используются в видеосистемах микро-ЭВМ и ПК, являются NVIDIA SLI, NVIDIA Multi-Card и ATI/AMD CrossFireX. Все они направлены на повышение производительности графической подсистемы компьютера путём объединения в единую систему нескольких графических процессоров.

### 2.4.1 Технология NVIDIA SLI

**SLI (Scalable Link Interface)** – технология, позволяющая использовать мощности нескольких видеоадаптеров для ускорения обработки сложного трёхмерного изображения. С её помощью можно объединить в единую вычислительную структуру два, три или четыре видеоадаптера с GPU NVIDIA.

Краткая история технологии SLI такова. В 1998 г. компания **3dfx** представила графический процессор Voodoo 2 с интерфейсом PCI, среди прочих нововведений которого была технология SLI (Scan Line Interleave – чередование строчек), которая предполагала совместную работу двух микросхем Voodoo 2 над формированием изображения. Видеоадаптеры, оснащенные видеоконтроллером Voodoo 2, были оснащены специальным разъёмом, с помощью которого две видеокарты объединялись в единую связку. Такая SLI-система позволяла генерировать трёхмерные изображения с разрешением 1024×768, что в то время представлялось фантастическим. Недостатками технологии SLI от 3dfx были высокая цена двух видеоадаптеров (порядка \$600) и большое тепловыделение; к тому же наблюдались проблемы чересстрочной синхронизации результирующего изображения. Вскоре производители видеоадаптеров перешли с интерфейса PCI на более современный интерфейс AGP. Так как на системных платах интерфейс AGP мог быть только один, то выпуск видеоадаптеров с поддержкой SLI на время прекратился.

В 2000 г. с выпуском новой микросхемы VSA-100 компании 3dfx удалось реализовать технологию SLI на видеоадаптерах с интерфейсом AGP в рамках одной платы видеоадаптера, на которой размещались два или четыре графических процессора VSA-100. Однако видеоадаптеры 3dfx Voodoo 5 5000 и Voodoo 5 6000 на базе SLI-технологии обладали чрезмерно большим энергопотреблением. Количество изготовленных таких видеоадаптеров было очень небольшим. В 2001 г. компания NVIDIA покупает компанию 3dfx из-за банкротства последней. С введением в широкую практику интерфейса **PCI-Express** становится вновь возможным использование нескольких графических карт для обработки изображения. В том же 2004 г., с выходом первых видеоадаптеров на базе интерфейса PCI-Express, NVIDIA объявляет о поддержке в своих продуктах технологии мультипроцессорной обработки данных SLI, которая получила новую трактовку – Scalable Link Interface (масштабируемый интерфейс).

Дальнейшим развитием технологии стал выход в 2006 г. технологии Quad SLI, когда были выпущены двухпроцессорные видеоадаптеры GeForce 7900GX2. Она предполагает

объединение в SLI-систему двух двухпроцессорных видеоадаптеров (GeForce 7950GX2, GeForce 9800GX2, GeForce GTX295, GeForce GTX 590 или аналогичных) или четырёх однопроцессорных (в данном случае она именуется 4-Way SLI). А в конце 2007 г. была введена в эксплуатацию технология Triple SLI, или 3-Way SLI, позволяющая объединять в систему три видеоадаптера с GPU NVIDIA.

Для реализации технологии NVIDIA SLI необходимо иметь:

- 1) системную плату с двумя и более разъёмами PCI-Express x16 и поддерживающую технологию SLI;
- 2) два, три или четыре видеоадаптера из семейств GeForce или Quadro FX с интерфейсами PCI-Express и SLI. Видеоадаптеры должны иметь одинаковый видеопроцессор, при этом их производитель, модель, частота ядра, частота видеопамяти, объем видеопамяти и версия BIOS адаптеров значения не имеют;
- 3) соединительный мост SLI (один, два или три), объединяющий видеокарты;
- 4) соответствующий блок питания, обеспечивающий работу всех компонентов вычислительной системы (рекомендуются блоки SLI-Ready);
- 5) при необходимости дополнительные или специальные элементы охлаждения системного блока компьютера;
- 6) драйверы, обеспечивающие программную поддержку технологии SLI.

SLI-систему можно организовать также и чисто программным путём без моста SLI. В этом случае совместная работа видеоадаптеров организуется через интерфейс PCI-Express, но при этом нагрузка на интерфейс PCI-Express значительно возрастает, что снижает производительность графической подсистемы компьютера.

Существуют три алгоритма генерации изображения в SLI-системах: Split Frame Rendering, Alternate Frame Rendering, SLI AA.

В алгоритме *Split Frame Rendering* изображение разбивается на несколько частей, количество которых соответствует количеству видеоадаптеров в связке. Каждая часть изображения обрабатывается одной видеокартой полностью, включая геометрическую и пиксельную составляющие.

В алгоритме *Alternate Frame Rendering* обработка кадров изображения происходит поочерёдно: одна видеокарта обрабатывает только чётные кадры, а вторая – только нечётные.

Алгоритм *SLI AA (SLI Anti Aliasing)* ориентирован на повышение качества изображения. Одна и та же картинка генерируется на всех видеокартах с разными шаблонами сглаживания. Видеокарта производит сглаживание кадра с некоторым шагом относительно изображения другой видеокарты. Затем полученные изображения смешиваются и выводятся. В результате достигаются максимальные чёткость и детальность изображения.

## 2.4.2 Технология NVIDIA Multi-Card

**NVIDIA Multi-Card** – это аппаратно-программная технология компании NVIDIA, появившаяся в конце 2009 г. Она позволяет создавать связки из двух видеоадаптеров с GPU NVIDIA с целью увеличения производительности при моделировании физических эффектов в процессе построения динамических трёхмерных изображений. Рассматриваемый режим работы видеоадаптеров связан с технологией **PhysX**. PhysX – это специальное программное обеспечение, являющееся средством симуляции физических явлений, моделируемых в процессе построения изображения на экране дисплея или монитора компьютера. Возможности технологии PhysX позволяет разработчикам игр не прибегать к написанию собственного программного кода для обработки сложных физических взаимодействий в современных играх и других приложениях, в которых необходимо достоверное динамическое моделирование сложных графических объектов. Так, кроме компьютерных

игр технология PhysX может использоваться при кодировании и декодировании содержания видеоконтента высокого разрешения или ускорения трудоёмких математических расчётов.

Изначально технология PhysX была разработана компанией Ageia, которая разработала специальную одноимённую дочернюю плату PhysX для видеоадаптеров, помогающую последним в расчётах поведения твёрдых и жидких тел. Но у компании Ageia не хватило сил и средств для развития своей разработки и в 2008 г. компания NVIDIA приобрела Ageia. Технология PhysX стала развиваться уже применительно к видеопроцессорам GeForce и Quadro в рамках видеодрайверов NVIDIA ForceWare. Видеопроцессоры AMD Radeon также поддерживают программное обеспечение PhysX.

Условно можно сказать, что технология NVIDIA Multi-Card это разновидность SLI, при которой не требуются специальные соединительные мосты для видеоадаптеров, взаимодействие последних осуществляется через интерфейс PCI-Express под управлением видеодрайверов. При этом идентичность видеопроцессоров GeForce, как для SLI, уже не требуется, дочерний видеоадаптер может быть меньшей вычислительной мощности. Но, конечно, чем мощнее дочерний видеопроцессор, тем выше будет производительность графической подсистемы компьютера.

Необходимо отметить, что повышение производительности графической подсистемы компьютерами с помощью SLI или Multi-Card неизбежно сопряжено с высокими затратами. Во многих случаях одиночный мощный видеоадаптер в совокупности с мощным многоядерным центральным процессором может оказаться более эффективными, чем два менее производительных видеоадаптера (меньшая суммарная потребляемая мощность вычислительной системы, меньше проблем с настройкой драйверов и др.).

#### 2.4.3 Технология ATI/AMD CrossFireX

**CrossFireX** (в переводе на русский язык – "перекрёстный огонь") – технология, позволяющая одновременно использовать мощности двух и более (до четырех графических процессоров одновременно) видеоадаптеров семейства **Radeon** для построения на экране монитора компьютера трёхмерного изображения. Каждый из видеоадаптеров, используя определённый алгоритм, формирует свою часть изображения, которая передаётся в микросхему Composing Engine ведущего видеоадаптера, или мастер-карты, имеющего собственную буферную видеопамять. Эта микросхема объединяет изображения, генерируемые каждым видеоадаптером, и выводит финальный кадр на экран монитора компьютера.

Технология CrossFire (ещё без последней буквы X) была анонсирована канадской компанией ATI Technologies на международной выставке Computex 2005. В 2005-2006 гг. система CrossFire формировалась путём соединения видеоадаптеров специальным Y-образным кабелем с задней стороны карт. В 2006 г. компания ATI Technologies была упразднена вследствие её поглощения корпорацией AMD. С конца 2010 г. вся продукция, ранее разработанная ATI Technologies, выпускается только под маркой AMD, но бренд Radeon при этом сохранился.

В настоящее время современные видеоадаптеры Radeon, например, Radeon RX 480 или Radeon RX 580 уже не используют соединительные мосты и могут работать в режиме CrossFireX без них. Технология CrossFireX тоже может использовать специальные гибкие мостики (подобно NVIDIA SLI), но она имеет свой собственный алгоритм функционирования и официально называется CrossFireX.

Реализация на компьютере технологии CrossFireX подобна NVIDIA SLI. Для этого необходимо иметь следующие компоненты:

- 1) системную плату с двумя или более разъёмами PCI-Express x16, оснащённую чипсетом AMD или Intel определённой модели, поддерживающей CrossFireX;
- 2) два, три или четыре видеоадаптера Radeon с поддержкой CrossFireX;

3) специальный гибкий соединительный мост CrossFireX для соединения видеоадаптеров (современных видеоадаптеров Radeon уже не требуется);

4) соответствующий мощный блок питания, обеспечивающий электропитание всех компонентов системного блока компьютера;

5) при необходимости дополнительные или специальные элементы охлаждения системного блока компьютера;

6) драйверы, обеспечивающие программную поддержку технологии CrossFireX.

Видеоадаптеры должны быть одной серии, например, 400-й или 500-й серии (однако имеются некоторые исключения), но не обязательно одной модели. При этом быстродействие и частота системы CrossFire определяются характеристиками наименее производительного видеопроцессора.

CrossFireX-систему можно организовать следующими способами.

1. Путём объединения видеоадаптеров с помощью специального гибкого моста CrossFireX. При этом для соединения в единую систему более двух видеокарт не нужно использовать специализированные многоразъемные мостики (типа NVIDIA 3-way SLI или 4-way SLI), видеокарты соединяются последовательно простыми CrossFireX мостиками. Соединение ведется примерно так: от первого ко второму – от второго к третьему – от третьего к четвертому (для соединения четырёх видеоадаптеров); от первого ко второму – от второго к третьему (для трёх видеоадаптеров); от первого ко второму (для двух видеоадаптеров). На однопроцессорных видеоадаптерах имеется по два разъёма CrossFireX, поэтому в случае с системой из двух видеокарт объединять их можно как одним, так и двумя мостиками (от первого ко второму – от первого ко второму), разницы в производительности не будет.

2. Программный метод предполагает, что видеоадаптеры специальным мостом не соединяются, обмен данными идёт по интерфейсу PCI-Express, взаимодействие видеоадаптеров реализуется с помощью видеодрайверов. Недостатком данного способа являются потери в производительности на 10-15 % по сравнению с первым способом.

3. Использование технологии XDMA, при которой обмен между видеоадаптерами производится, как и в предыдущем случае, по интерфейсу PCI-Express, но посредством специализированного аппаратного блока XDMA, имеющегося в GPU Radeon, начиная с R9-285, R9-290 или R9-290X. Благодаря аппаратно-управляемому обмену данными достигается сокращение потерь производительности по сравнению с программно-управляемым обменом. Практика показала, что потери производительности могут всё-таки возникать из-за конфликтов внутри интерфейса PCI-Express.

Технология CrossFireX также как и NVIDIA SLI предусматривает несколько алгоритмов формирования изображений.

В алгоритме *SuperTiling* изображение разбивается на квадраты  $32 \times 32$  пикселя и принимает вид шахматной доски. Каждый такой элементарный квадрат при этом обрабатывается одной видеокартой.

Алгоритм *Scissor* ("ножницы") реализует разбиение изображения на несколько частей, количество которых соответствует количеству видеокарт в связке. Каждая часть изображения обрабатывается одной видеокартой полностью.

В алгоритме *Alternate Frame Rendering* обработка кадров происходит поочередно: одна видеокарта обрабатывает только чётные кадры, а вторая — только нечётные. Однако, у этого алгоритма есть недостаток, обусловленный тем, что один кадр может быть простым, а другой сложным для обработки. Этот алгоритм, запатентованный ещё ATI Technologies во время выпуска её двухпроцессорной видеокарты, используется также в NVIDIA SLI.

Алгоритм *SuperAA* нацелен на повышение качества изображения. Одна и та же картинка генерируется на всех видеоадаптерах с разными шаблонами сглаживания. Видеоадаптер производит сглаживание кадра с некоторым шагом относительно изображения другой видеокарты. Затем полученные изображения смешиваются и выводятся. В результате

достигаются максимальные чёткость и детальность изображения. Аналог данного алгоритма у NVIDIA – SLI AA.

AMD разработала также аппаратно-программную технологию *Dual Graphics* (ранее называлась *Hybrid CrossFireX*), которая представляет собой уникальную способность некоторых микропроцессоров AMD APU семейства *Fusion* (с ядром *Llano*) значительно (по крайней мере в теории) увеличивать общую производительность видеоподсистемы, когда интегрированный в процессор GPU работает совместно с подключенным дискретным видеоадаптером, дополняя его. Такие APU способны работать с внешними GPU, которые быстрее или медленнее чем его собственный интегрированный видеопроцессор, так как для корректной работы технологии *Dual Graphics* не требуется идентичный GPU и при этом он не вредит более быстрому GPU, если его производительность ниже, как происходит в случае *CrossFire*. Фактически данная технология приводит в равновесие доступное аппаратное обеспечение для большей производительности (например, если дискретный GPU вдвое быстрее встроенного, видеодрайвер берёт один кадр от APU на каждые два кадра от GPU внешнего видеоадаптера).

При всей изначальной прогрессивности подобной асимметричной реализации *CrossFire*, у технологии *Dual Graphics* есть серьёзные недостатки. Во-первых, это работает только в приложениях, использующих *DirectX 10* или *DirectX 11*. Во-вторых, чтобы технология *Dual Graphics* работала, коэффициент графической производительности должен быть по крайней мере "два к одному"; если внешняя видеокарта в три раза быстрее GPU APU *Llano*, то *Dual Graphics* работать не будет. В-третьих, в приложениях, использующих графические драйверы *OpenGL*, *Dual Graphics* также не поддерживается, и приложение всегда использует то GPU, которое управляет основным выходом на монитор.

Необходимо также отметить, что комбинации некоторых видеоадаптеров *Radeon* могут оказаться более эффективными, производительными и выгодными финансово, чем одна более мощная и, соответственно, более дорогой видеоадаптер. Но, как и в случае с *NVIDIA SLI*, прирост производительности от использования двух видеоадаптеров в системе будет наблюдаться только в приложениях, умеющих использовать два и более GPU. В приложениях не умеющих работать в режиме *Multi-GPU* общая производительность графической составляющей останется прежней, а в некоторых случаях может даже снизиться. Другим существенным недостатком технологии *CrossFireX* является невозможность запуска приложения в оконном режиме.

### 3. ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Образцы видеоадаптеров, а также микропроцессоров, системных плат микро-ЭВМ и ПК с интегрированными видеоконтроллерами, фотографии видеоадаптеров и видеоконтроллеров, специальная учебная и справочная литература, Интернет-ресурсы по аппаратному обеспечению ЭВМ, программные средства просмотра файлов в формате PDF и DJVU.

### 4. ЗАДАНИЕ НА РАБОТУ

Задание на лабораторную работу выдается каждому студенту в индивидуальном порядке. Оно содержит наименование видеоконтроллера или видеоадаптера, для которого следует составить подробное техническое описание. Преподаватель может предоставить студенту для изучения видеоадаптера его натурный образец либо фотографию в бумажном или электронном виде.

## 5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

xii. Ознакомиться с теоретическими положениями лабораторной работы, изучить классификацию и структурно-функциональную организацию компьютерных видеоконтроллеров и видеоадаптеров. Ответить на контрольные вопросы.

xiii. Получить у преподавателя индивидуальное задание.

xiv. Составить письменное подробное техническое описание видеоадаптера или видеоконтроллера. Изучить интерфейсы сопряжения видеоадаптеров с мониторами (дисплеями) микро-ЭВМ и ПК. Описание изучаемого устройства должно сопровождаться необходимыми схемами, рисунками, графиками, диаграммами, фотографиями.

xv. Оформить отчет о проделанной работе.

xvi. Защитить отчет перед преподавателем с демонстрацией навыков определения основных параметров видеоаппаратуры микро-ЭВМ и ПК.

При составлении технического описания видеоконтроллера и видеоадаптера следует отразить следующие их свойства и параметры:

- модель графического контроллера и/или видеоадаптера;
- параметры технологии изготовления микросхемы видеоконтроллера;
- тип интерфейса сопряжения видеоконтроллера с системной магистралью компьютера;
- описание архитектуры вычислительных модулей видеоконтроллера;
- тактовая частота работы видеоконтроллера;
- разрядность данных, обрабатываемых видеоконтроллером;
- количество пиксельных конвейеров видеоконтроллера;
- количество текстурных блоков на одном конвейере;
- количество текстур, обрабатываемых за один такт работы видеоконтроллера;
- версия пиксельных и вершинных шейдеров видеоконтроллера;
- поддержка методов трансформации и освещенности графических объектов;
- поддержка универсальных программных технологий DirectX, OpenGL, OpenCL, PhysX;
- возможность работы в многопроцессорных конфигурациях SLI или CrossFireX;
- поддержка специальных аппаратных и программных технологий;
- объём видеопамяти;
- количество и тип микросхем видеопамяти, их внутренняя организация;
- разрядность шины данных видеоконтроллера;
- тактовая частота видеопамяти;
- пропускная способность видеопамяти;
- максимальная разрешающая способность изображения, поддерживаемая видеоконтроллером;
- список поддерживаемых видеорежимов;
- диапазон частот обновления экрана дисплея;
- количество цифро-аналоговых преобразователей (RAMDAC), их тактовые частоты;
- возможность работы в мультипроцессорных конфигурациях;
- набор интерфейсов для подключения к монитору или телевизору;
- параметры энергопотребления видеоконтроллера и видеоадаптера;
- наличие разъёмов дополнительного электропитания видеоадаптера;
- устройства пассивного и активного охлаждения элементов видеоадаптера;
- габаритные размеры и масса видеоадаптера;
- прочие дополнительные возможности видеоадаптера.



Отчет по лабораторной работе выполняется на листах писчей бумаги формата А4. По согласованию с преподавателем отчет может быть оформлен в ученической тетради. Страницы отчета должны быть пронумерованы. Отчет должен содержать:

1. титульный лист, выполненный по общепринятому образцу;
2. текст индивидуального задания;
3. подробное техническое описание изучаемого устройства;
4. библиографический список использованных источников информации, выполненный по ГОСТ 7.1-84.

## 6. ПРИМЕР ОПИСАНИЯ ВИДЕОАДАПТЕРА

Видеоадаптер, или видеокарта, модели **GV-N970IXOC-4GD** изготовлен в 2014 г. компанией Giga-Byte Technology Co, Ltd (Тайвань). Видеоадаптер содержит видеоконтроллер (или GPU – Graphics Processor Unit по аналогии с термином CPU – Central Processor Unit) GeForce GTX 970 компании NVIDIA Corporation (США). Компоненты видеоадаптера смонтированы на печатной плате длиной 170 мм, ориентированной на установку в малогабаритные системные блоки, предназначенные для системных плат формата mini-ITX с номинальными размерами в плане 170×170 мм. В связи с этим в обозначении видеоадаптера присутствуют буквы **IX**, что означает её ориентацию на системные платы и системные блоки формата mini-ITX.



Рисунок 6.3 – Внешние виды видеоадаптера GV-N970IXOC-4GD

В системной плате данный видеоадаптер будет занимать два слота расширения, что обусловлено размерами системы охлаждения видеоконтроллера, микросхем видеопамати и элементов электропитания. Габаритные размеры видеоадаптера по печатной плате составляют 170×121×43 мм, а с учётом крепёжной планки – 183×129×43 мм.

Сопряжение видеоадаптера с системной платой компьютера осуществляется с помощью разъёма PCI-Express 16x спецификации 3.0.

Видеоадаптер GV-N970IXOC-4GD относится к группе высокопроизводительных устройств, поэтому область применения этого видеоадаптера – синтез сложной трёхмерной (3D), графики в видеоиграх и системах автоматизированного проектирования (САПР). Видеоадаптер поддерживает программно-аппаратные технологии Microsoft DirectX 12, OpenGL версии 4.4, OpenCL версии 1.2, PhysX, CUDA, NVIDIA G-Sync и 3D Vision. Для наиболее полного раскрытия потенциала видеоадаптера с видеоконтроллером GeForce GTX 970 требуются мощные микропроцессоры типа Intel Core i5 и i7 или AMD Athlon X4 и Ryzen с тактовой частотой порядка 3200 МГц.

Краткие определения вышеперечисленных технологий.

**DirectX** – это набор программных средств, разработанных для решения задач, связанных с программированием под операционные системы семейства Windows. Наиболее широко используется при разработке компьютерных игр и иных приложений компьютерной графики.

**OpenGL (Open Graphics Library)** – спецификация, определяющая независимый от языка программирования программный интерфейс для написания приложений, использующих двумерную и трёхмерную компьютерную графику.

**OpenCL (Open Computing Language – открытый язык вычислений)** – инструмент для написания компьютерных программ, связанных с параллельными вычислениями на различных центральных и графических процессорах ЭВМ. В OpenCL входят язык программирования, который основан на стандарте языка программирования C (стандарт ISO 1999 г.), и интерфейс программирования приложений.

**PhysX** – проприетарное программное обеспечение, инструмент для симуляции ряда физических явлений, а также комплект средств разработки (SDK) на его основе.

**G-Sync** – эксклюзивная технология вывода цифрового сигнала на экран монитора, разработанная компанией NVIDIA. Она предназначена для повышения плавности смены кадров изображения.

**3D Vision** – технология стереоскопического проецирования, разработанная компанией NVIDIA. Для получения трёхмерного (3D) изображения необходим монитор или проекторы, поддерживающий частоту 120 Гц, компьютер с графическим процессором NVIDIA GeForce и одна или несколько пар очков NVIDIA 3D Vision.

**CUDA (Compute Unified Device Architecture)** – программно-аппаратная технология параллельных вычислений, которая позволяет существенно увеличить вычислительную производительность благодаря использованию графических процессоров фирмы NVIDIA. Технология CUDA даёт разработчику возможность организовывать доступ к набору инструкций графического процессора и управлять его видеопамятью.

Видеоконтроллер GeForce GTX 970 был анонсирован компанией NVIDIA 18 сентября 2014 г. Он относится к семейству видеопроцессоров Maxwell, имеет кодовое наименование GM204. Микросхемы изготавливались по технологическому процессу с нормами 28 мкм. Номинальная потребляемая микросхемой мощность – 145 Вт, максимальная температура ядра – 98°C. Ядро микросхемы упаковано в корпус типа FCBGA (Flip Chip Ball Grid Array), который не имеет проволочных выводов и непосредственно припаивается к печатной плате.

Площадь кристалла GPU составляет 398 мм<sup>2</sup>, количество транзисторов в кристалле – 5200 млн.

Максимальный объём поддерживаемой видеопамяти типа GDDR5 – 4 Гбайт. Номинальная тактовая частота видеопамяти – 7000 МГц. Разрядность шины видеопамяти видеоконтроллера – 256 бит. Максимальная скорость передачи данных по шине памяти – 224 Гбайт/с.

Вычислительное ядро GPU GTX 970 содержит 1664 унифицированных шейдерных процессоров – скалярных арифметико-логических устройств для расчётов с плавающей запятой одинарной и двойной точности в рамках стандарта IEEE 754-2008, 104 текстурных блока, 56 блоков растеризации. Номинальная базовая тактовая частота ядра – 1050 МГц, с помощью технологии GPU Boost она может автоматически повышаться до уровня 1178 МГц.

Максимальная (пиковая) скорость вывода пикселей – 54,6 Гпикселей/с, максимальная (пиковая) скорость заполнения текстур – 109,2 Гтекселей/с. Теоретическая производительность GTX 970 при обработке 32-разрядных вещественных чисел – 3494 GFLOPS, при обработке 64-разрядных вещественных чисел – 109 GFLOPS.

Базовой моделью для GPU семейства Maxwell является микросхема GTX 980. Графический процессор GM204 в своей структуре состоит из кластеров графической обработки Graphics Processing Cluster (GPC), которые содержат по несколько потоковых мультипроцессоров (в данном случае — SMM). Каждый кластер GPC содержит выделенный движок растеризации и по четыре мультипроцессора SMM. В свою очередь, каждый мультипроцессор состоит из 128 вычислительных блоков CUDA, блока обработки геометрии PolyMorph и восьми блоков текстурирования (TMU). Часть из исполнительных блоков для GTX 970 относительно GTX 980 была отключена, они изображены темным цветом на схеме структуры GPU семейства Maxwell:

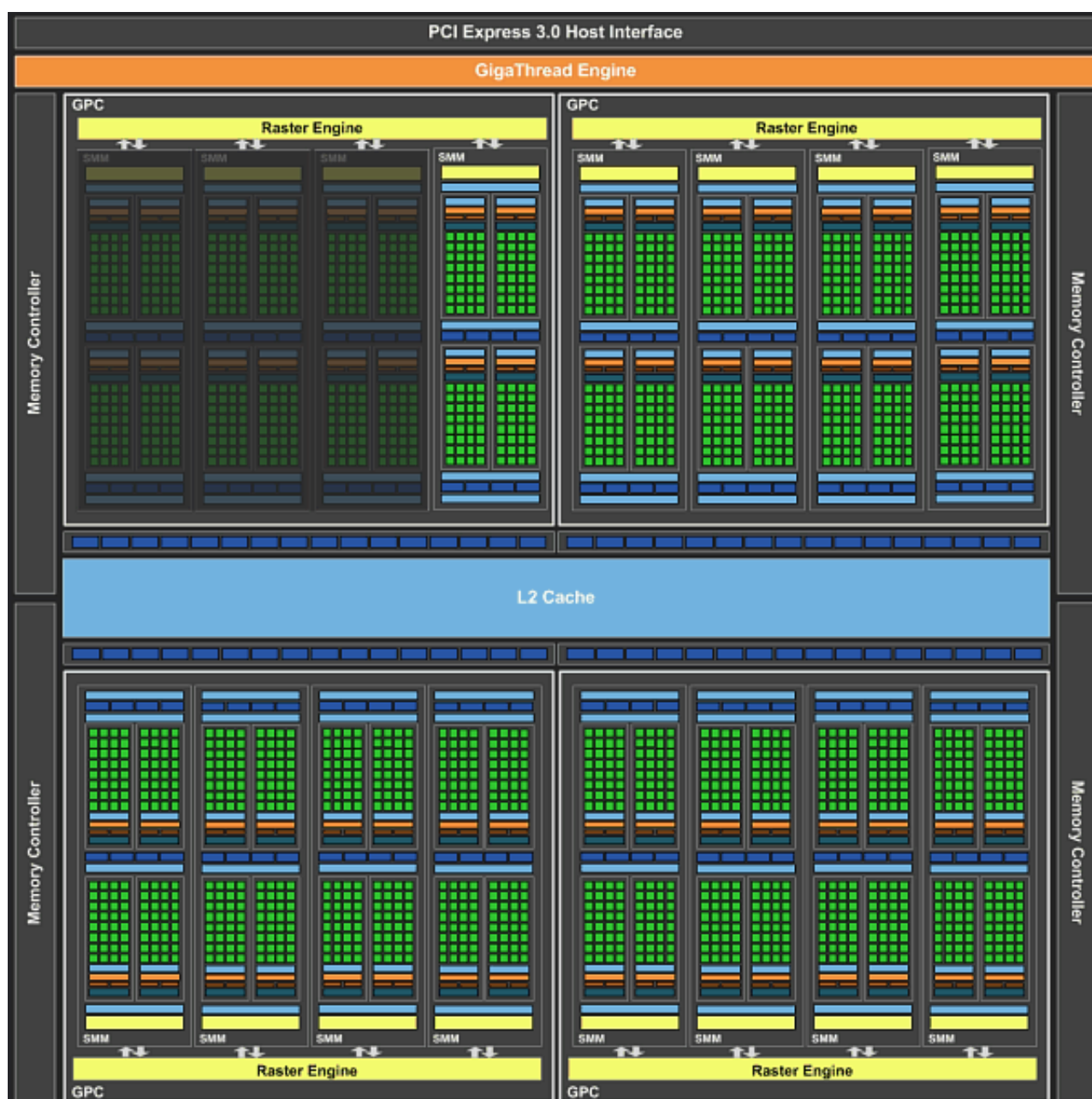


Рисунок 4 – Схема структуры GPU GM204

GPU GTX 970 имеет четыре 64-битных контроллера памяти, что в сумме составляет 256-битную шину памяти. К каждому контроллеру памяти подключены по 16 блоков ROP и 512 Кбайт кэш-памяти второго уровня, поэтому в целом чип содержит 64 блока ROP и 2048 Кбайт кэш-памяти.

Графический процессор GM204 поддерживает технологию динамического изменения тактовой частоты и напряжения GPU Boost, обеспечивающую максимально возможную 3D-производительность в определённых условиях (напряжение питания, температура микросхемы, уровень энергопотребления) при сохранении минимального уровня частоты, который гарантируется при любых номинальных условиях. Турбо-частота, как обычно, является лишь усреднённым значением для нескольких игр, используемых компанией NVIDIA в своих тестах. В изделиях конкретных производителей видеоадаптеров турбо-частота может изменяться и может быть как выше, так и ниже исходной частоты.

В рассматриваемой модели видеоадаптера тактовые частоты ядра повышены производителем до уровней 1101 МГц (Base Clock, базовая частота) и 1241 МГц (Turbo Clock, повышенная частота). Поэтому в обозначении данного видеоадаптера присутствуют буквы **OC** – OverClock.

На обеих сторонах печатной платы видеоадаптера установлено восемь микросхем синхронной видеопамати динамического типа GDDR5 SDRAM общим объёмом 4 Гбайт (по четыре микросхемы на каждой стороне платы). Микросхемы изготовлены компанией SK Hynix (Южная Корея). Маркировка микросхем видеопамати – H5GQ4H24MFA-RC2. Каждая микросхема имеет ёмкость 512 Мбит и организацию массива запоминающих ячеек – 128М×32, т.е. каждая микросхема содержит 128М слов памяти с разрядностью слова 32 бита. Запоминающий массив микросхемы разделён на 16 частей – банков памяти. Эффективная тактовая частота рассматриваемых микросхем – 7012 МГц, физическая тактовая частота – 1753 МГц.

Микросхемы видеопамати упакованы в корпус типа FBGA со 170 выводами. Номинальное напряжение питания – 1,5 В.

С видеоадаптерами на основе микросхемы GTX 970 связана следующая интересная особенность их функционирования. Многие владельцы первых видеокарт GTX 970 ещё в самом начале 2015 г. столкнулись с проблемой работы видеопамати: при загрузке последних 400-600 Мб пропускная способность микросхем GDDR5 сильно падает. Компания NVIDIA сообщила, что компоновка GPU GeForce GTX 970 несколько отличается от компоновки GPU базовой модели GTX 980. В связи с этим используемые в первую очередь 3,5 Гб видеопамати имеют высший приоритет, а оставшийся объем (0,5 Гб или 1/8 от общего) – более низкий. Такая особенность GTX 970 приводит к снижению производительности видеоадаптера при работе с изображениями с разрешающей способностью выше, чем Full HD (1920×1080 пикселей).

Рассматриваемый видеоадаптер для сопряжения с видеоустройствами оснащён шестью видеовыходами:

- одним разъёмом DVI-I для подключения жидкокристаллического монитора или кинескопного монитора. Если подключаемый монитор или телевизор оснащён только разъёмом VGA, то для его подключения через данный разъём следует использовать переходное устройство типа DVI-VGA;

- одним разъёмом DVI-D для подключения жидкокристаллического монитора или телевизора;

- одним разъёмом HDMI, посредством которого в монитор (телевизор) передаётся и видеосигнал, и аудиосигнал;

- тремя разъёмами DisplayPort (DP), которые по назначению аналогичны разъёмам HDMI.

Такая система видеовыходов позволяет рассматриваемому видеоадаптеру выводить изображение одновременно на два, три или четыре монитора (телевизора) по интерфейсам Dual Link DVI, HDMI версии 2.0 и DisplayPort версии 1.2. Максимальная разрешающая

способность изображения, выводимого по цифровому интерфейсу – 4096×2160 пикселей; для аналогового интерфейса максимальная разрешающая способность выводимого изображения – 2048×1536 пикселей.

Видеоадаптер оснащён также двумя разъёмами **SLI** (Scalable Link Interface), которые позволяют объединять видеоадаптеры с видеоконтроллерами **NVIDIA** в мультипроцессорные графические системы.

Видеоадаптер на основе GPU GeForce GTX 970 имеет нормативный параметр TDP (Thermal Design Power) на уровне 145 Вт. Спецификация интерфейса PCI-Express предусматривает для подключаемого устройства максимальную подачу электроэнергии через разъём системной платы не более 75 Вт. Поэтому для электропитания данного видеоадаптера предусмотрен дополнительный восьмиконтактный разъём, подключаемый напрямую к блоку питания компьютера. Через разъём дополнительного электропитания на видеоадаптер подаётся напряжение 12 В максимальной мощностью 100 Вт. При отсутствии дополнительного подключения к блоку питания компьютера видеоадаптер работать не будет. Для надёжной работы вычислительной системы с данным видеоадаптером производителем рекомендуется блок питания мощностью не менее 400 Вт. Подсистема питания видеоадаптера выполнена по схеме "4+1", где четыре фазы отводятся на графический процессор и одна – на видеопамять.

Элементная база видеоадаптера соответствует концепции Ultra Durable VGA, что означает оснащение изделия элементами повышенной надёжности.

Система воздушного охлаждения видеоадаптера содержит общий ребристый радиатор для видеоконтроллера, микросхем видеопамяти и элементов электропитания. Радиатор состоит из 47 алюминиевых пластин, через которые проходят три тепловые трубки U-образной формы, предназначенные для отвода тепла от наиболее нагреваемых элементов видеоадаптера. Радиатор прикреплён к печатной плате при помощи шести винтов. Две крайние тепловые трубки имеют диаметр 8 мм, центральная тепловая трубка имеет диаметр 6 мм. Обдув радиатора осуществляется одним вентилятором диаметром 90 мм с одиннадцатью лопастями. Вентилятор изготовлен фирмой Power Logic и имеет обозначение PLA09215S12H; его номинальное напряжение питания 12 В, номинальный потребляемый ток 0,55 А. Крыльчатка вентилятора вращается на подшипнике скольжения, что обеспечивает пониженный уровень шума в ущерб долговечности. Электродвигатель вентилятора подключён к плате видеоадаптера трёхконтактным разъёмом, что обеспечивает автоматическое регулирование скорости вращения вентилятора в зависимости от интенсивности работы видеоадаптера. Вентилятор прикреплён к пластмассовому кожуху, который в свою очередь крепится к радиатору с помощью четырёх миниатюрных винтов.

При составлении описания видеоадаптера использовались следующие Интернет-ресурсы:

1. <https://www.overclockers.ru/lab/68401/obzor-i-testirovanie-videokart-gigabyte-geforce-gtx-970-mini-i-inno3d-geforce-gtx-970-herculez-x2.html>
2. <http://www.gigabyte.ru/products/page/vga/gv-n970ixoc-4gd>
3. <http://www.hardwareluxx.ru/index.php/news/hardware/grafikkarten/33279-geforce-gtx-970>

## 7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

66. Какие устройства образуют видеосистему микро-ЭВМ или ПК?
67. Какими параметрами характеризуется изображение, выводимое на монитор компьютера?
68. Что означает понятие "пиксел"?
69. Что означает понятие "формат изображения"?
70. Каким образом формируется растровое изображение?



71. Какие устройства составляют графический адаптер?
72. Какие функции выполняет графический адаптер?
73. Какие функции выполняет графический контроллер или процессор?
74. Какие функциональные устройства составляют архитектуру графического контроллера (процессора)?
75. Что означают понятия "текстура", "шейдер", "рендеринг"?
76. В каких основных режимах могут работать графические адаптеры и мониторы?
77. Чем принципиально различаются текстовый и графический режимы работы видеосистемы компьютера?
78. Какие программные технологии поддерживают современные видеоадаптеры?
79. Что означают понятия "дискретный видеоадаптер" и интегрированный видеоадаптер"?
80. Что означает термин "Video-BIOS"?
81. Каково назначение видеопамати?
82. Какие типы микросхем памяти используются для видеопамати?
83. Что означают аббревиатуры VRAM, WRAM, SGRAM, GDDR?
84. Какие интерфейсы применяются в видеоадаптерах для подключения мониторов или телевизоров?
85. Назначение интерфейса VGA?
86. Каково назначение интерфейсов DVI-D и DVI-I?
87. В чём состоит сходство и различие интерфейсов HDMI и DisplayPort?
88. Какие интерфейсы используются для подключения графического адаптера к системной магистрали (шине) компьютера?
89. Каким образом осуществляется охлаждение компонентов графических адаптеров?
90. Каким образом подаётся электропитание на дискретный графический адаптер?
91. Каким образом осуществляется управление энергопотреблением монитором со стороны видеоадаптера?
92. Какие устройства применяются для охлаждения элементов видеоадаптеров?
93. Каким образом осуществляется обмен информацией между видеоадаптером и монитором?
94. Что означают аббревиатуры DPMS, DDC, EDID?
95. Для решения каких задач предназначены программные-технологии технологии DirectX, OpenGL, OpenCL, PhysX, G-Sync, CUDA, 3D Vision?
96. Каково назначение технологий SLI, Multi-Card и CrossFireX? Какими сходствами и различиями они обладают?
97. Какие международные организации работают в области стандартизации видеоаппаратуры?

## 8. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

### 8.1. Основная литература

21. Асмаков С.В., Пахомов С.О. Железо 2010. КомпьютерПресс рекомендует. – СПб.: Питер, 2010. – 416 с.
22. Гук М. Аппаратные средства IBM PC: Энциклопедия. – 3-е изд. – М.и др.: Питер, 2006. – 923 с.
23. Колесниченко О.В., Шишигин И.В. Аппаратные средства PC. 5-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 1152 с.
24. Колесниченко О.В. Аппаратные средства PC. / Колесниченко О.В., И.В. Шишигин, В.Г. Соломенчук. 6-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 800 с.
25. Максимов Н.В., Партыка Т.Л., Попов И.И. Технические средства информатизации: учебник. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013. – 592 с.

26. Мураховский В.И. Железо ПК. Новые возможности. – СПб.: Питер, 2005. – 592 с.
27. Мюллер С. Ремонт и модернизация ПК. 19-е изд. Пер. с англ. – М.: ООО "И.Д. Вильямс", 2011. – 1072 с.
28. Попов С.Н. Аппаратные средства мультимедиа. Видеосистема PC / Под ред. О.В. Колисниченко, И.В. Шишигина. – СПб.: БХВ-Петербург; Арлит, 2000. – 400 с.
29. Токарев В.Л. Аппаратные средства вычислительной техники: учеб. пособие для вузов. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2005. – 470 с.
30. Mueller Scott M. Upgrading and Repairing PC's. 22<sup>nd</sup> edition. – QUE Publishing, 2015. – 1428 p.

## 8.2. Периодические издания

11. "Компьютер-Пресс" [электронный ресурс]: ежемесячный компьютерный журнал. – ISSN 0868-6157. <http://compress.ru>.
12. "Мир ПК": ежемесячный журнал для пользователей персональных компьютеров. – ISSN 0235-3520. <http://www.osp.ru/pcworld/>.
13. "Hard'n'Soft" [электронный ресурс]: популярный ежемесячный журнал для увлеченных компьютерной техникой. – ISSN . <http://www.hardnsoft.ru/>.
14. "PC Magazine" / Russian Edition (на русском языке): ежемесячный компьютерный журнал. – ISSN 0869-4257. <http://www.pcmag.ru/>.
15. "Upgrade": еженедельный компьютерный журнал. – ISSN 1680-4694. <http://upweek.ru/>.

## 8.3. Интернет-ресурсы

9. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru>.
10. Интернет-Университет информационных технологий [www.intuit.ru](http://www.intuit.ru).
11. Открытая библиотека знаний [ru.wikipedia.org](http://ru.wikipedia.org) (русскаяязычный сайт), [en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org) (английский сайт)
12. Интернет-ресурсы по аппаратному и программному обеспечению вычислительной техники: [www.ferra.ru](http://www.ferra.ru), [www.ixbt.com](http://www.ixbt.com), [www.overclockers.ru](http://www.overclockers.ru), [www.notebookcheck.ru](http://www.notebookcheck.ru), [www.thg.ru](http://www.thg.ru), [www.hardwareluxx.ru](http://www.hardwareluxx.ru), [www.3dnews.ru](http://www.3dnews.ru), [www.guru3d.ru](http://www.guru3d.ru).
13. Интернет-ресурсы производителей видеоконтроллеров, микросхем видеопамати и видеоадаптеров микро-ЭВМ и ПК.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

### ВИДЕОСИСТЕМЫ МИКРО-ЭВМ И ПК: ДИСПЛЕИ И МОНИТОРЫ

#### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Изучение структуры и принципов функционирования основных компонентов видеосистем универсальных микро-ЭВМ и персональных компьютеров (ПК) с целью приобретения умений и навыков проектирования и эксплуатации вычислительных систем для средств автоматизации и управления.

#### 2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

##### 2.1 Введение

Микро-ЭВМ и персональные компьютеры смогли стать привлекательным вычислительным средством благодаря способности интерактивного взаимодействия с пользователем. Интерактивность подразумевает наличие у компьютера устройств оперативного ввода и вывода информации. Основной поток выходной информации – визуальный, причем информация может представляться как в текстовом, так и в графическом виде. Визуальная информация может выводиться на экран или на принтер с получением её "твердой копии" (hard copy) – на бумаге, пленке и т.п. Для интерактивного режима вывод на бумагу неэффективен, хотя в далёкой истории компьютеров интерактивный режим впервые был реализован именно на телетайпе – электрической пишущей машинке, подключенной к компьютеру. Данная лабораторная работа посвящена активным средствам вывода визуальной информации – видеосистеме РС-совместимого компьютера, в частности устройствам формирования цифрового образа информации, выводимой на экран монитора. Активность здесь подразумевает возможность изменения изображения без смены носителя. Пассивными средствами вывода визуальной информации являются печатающие устройства (принтеры) и графопостроители (плоттеры).

В первые годы существования IBM PC его видеосистемой называли средства вывода текстовой или графической информации на какой-либо экран. В качестве оконечного устройства в то время чаще всего использовали (и продолжают ещё использовать) мониторы с электронно-лучевыми трубками (кинескопами). Специальные электронные устройства, или *адаптеры*, позволяющие подключать монитор к системной магистрали (шине) компьютера, называли *видеоадаптерами* или *видеокартами*. Их подразделяют на алфавитно-цифровые и графические. Графические устройства, естественно, помимо графической позволяют выводить и текстовую информацию. Вся выводимая информация формировалась в результате действия и под управлением системных и прикладных программ.

По мере эволюции на ПК стали реализовывать воспроизведение и обработку движущихся телевизионных изображений – так называемого "живого видео". При этом возникла необходимость корректировки терминологии. *Видеосистема* современного компьютера состоит из обязательной графической подсистемы (формирующей изображение программно) и дополнительной подсистемы обработки видеоизображений. Обе эти составляющие части обычно используют общий монитор, а соответствующие аппаратные средства системного блока могут располагаться на отдельных картах различного функционального назначения или объединяться на одном комбинированном устройстве, который может называться *адаптером дисплея*, *видеоадаптером* или *графическим адаптером*.

*Видеоадаптер*, ядром которого является видеоконтроллер, служит для программного формирования графических и текстовых изображений и является промежуточным элементом между монитором и шиной компьютера. Изображение строится по программе, исполняемой



центральным процессором, которому могут помогать графические акселераторы и сопроцессоры. В базовой системе ввода-вывода ПК BIOS (Basic Input-Output System) реализована поддержка функций формирования текстовых и графических изображений, называемая *видеосервисом BIOS*. Существует ряд классов адаптеров (MDA, CGA, EGA, VGA, XGA, SVGA), которые будут рассмотрены далее. В *монитор* адаптер посылает сигналы управления яркостью лучей базисных цветов RGB (Red, Gree, Blue – красный, зеленый и синий) и синхросигналы строчной и кадровой разверток. Помимо этих сигналов, относящихся только к формированию изображения, интерфейс с монитором может содержать и сигналы обмена конфигурационной информацией между монитором и компьютером. Так, мониторы типа Plug'n'Play (PnP) при соответствующей поддержке со стороны адаптера способны сообщать вычислительной системе свои технические параметры, а вычислительная система автоматически настраивать оптимальный режим видеоаппаратуры.

Средства работы с *видеоизображениями*, передаваемыми в телевизионных стандартах PAL, SECAM или NTSC, относятся уже к мультимедийному оборудованию. От программно-управляемых графических средств они отличаются тем, что оперируют "живым" изображением, поступающим в компьютер извне (с видеокамеры или TV-тюнера) или воспроизводимым с какого-либо носителя информации (например, привода CD, DVD или Blu-Ray).

Все компоненты видеоадаптера могут размещаться на одной плате (карте) расширения, во многих случаях они устанавливаются непосредственно на системной плате. Большинство современных микропроцессоров Intel и AMD оснащены встроенными графическими контроллерами. В некоторых случаях мощные компьютеры содержат два и более видеоадаптеров, работающих параллельно с целью увеличения производительности графической подсистемы ПК. Многие ноутбуки содержат два видеоконтроллера, один из которых – интегрированный – находится в микропроцессоре и ориентирован на энергосберегающий режим работы, а другой – дискретный – установлен на системной плате и включается в работу когда требуется максимальная производительность при выводе графической информации. Мультимедийные средства могут также размещаться на отдельных платах, связанных с графическим адаптером системным или специальным интерфейсом, и могут выполняться в виде "дочернего" модуля, устанавливаемого на графическую карту.

Стандартизацией в области видеосистем занимается международная организация VESA (Video Electronic Standard Association – ассоциация по стандартизации в области видеоэлектроники), имеющая Интернет-адрес <http://www.vesa.org>. Благодаря её усилиям обеспечивается совместимость различной видеоаппаратуры разных производителей как на уровне аппаратных средств, так и на уровне программного обеспечения.

Видеосистема является одной из наиболее важных частей любой персональной ЭВМ. Видеосистему обычно составляют монитор, видеоадаптер и набор драйверов, поставляемых в комплекте с адаптером или в составе прикладных программ. Монитор и видеоадаптер очень тесно взаимодействуют между собой, поэтому, говоря об одном из них, часто приходится упоминать и о другом.

## 2.2 Мониторы на электронно-лучевых трубках

Подавляющее большинство ПК прежних лет выпуска используют мониторы на базе электронно-лучевых трубок (ЭЛТ, кинескопов, CRT – Cathode Ray Tube). Принцип действия таких мониторов мало чем отличается от классического кинескопного телевизора. Катод кинескопа (электронная пушка) испускает в сторону экрана пучок электронов, а внутренняя поверхность экрана покрыта люминофором, что вызывает его свечение. На пути электронов находится отклоняющая система, изменяющая направление их направления полета, и модулятор, регулирующий яркость изображения на экране монитора. Любое текстовое или

графическое изображение состоит из множества светящихся дискретных точек люминофора, называемых *пикселями* (pixel – picture element). Электронный луч периодически сканирует весь экран, образуя на нем близко расположенные строки развертки, называемые *растром*. Поэтому такие мониторы называются *растровыми*. По мере движения луча по строкам подаваемый на модулятор видеосигнал изменяет яркость определенных пикселей и образует некоторое видимое изображение.

Для формирования раstra в мониторе используются специальные управляющие сигналы. В цикле сканирования электронный луч движется по зигзагообразной траектории от левого верхнего угла экрана до правого нижнего. Прямой ход луча по горизонтали осуществляется сигналом строчной развертки, а по вертикали – сигналом кадровой развертки. Переход луча из крайней правой точки строки экрана в крайнюю левую точку следующей строки называется обратным горизонтальным ходом луча, а переход луча из крайней правой позиции последней строки экрана в крайнюю левую позицию первой строки называется вертикальным обратным ходом луча. Схема формирования растрового изображения показана на рис. 7.1.

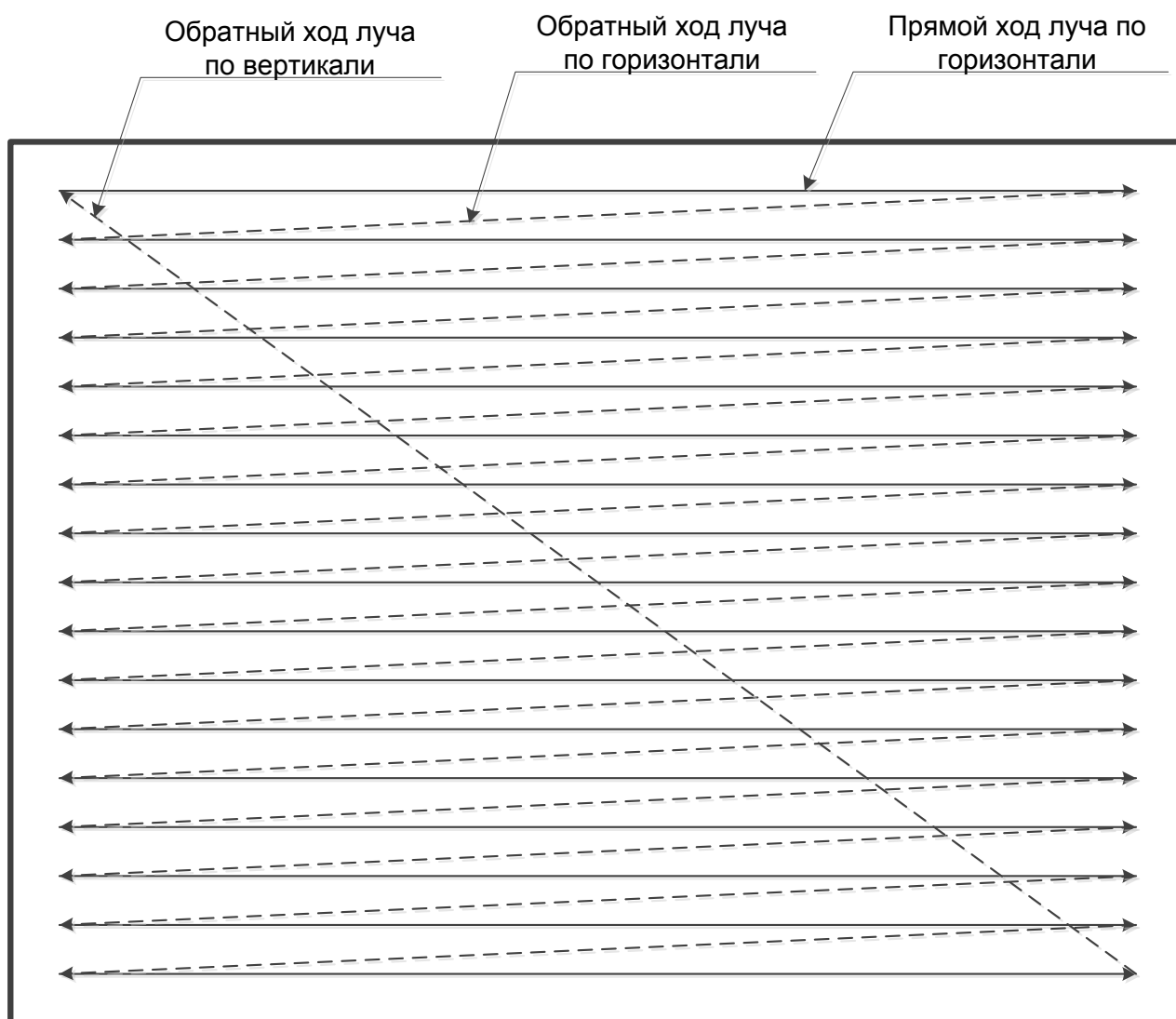


Рисунок 7.1 – Схема формирования растрового изображения

Мониторы могут воспроизводить цветные или монохромные изображения. Кинескоп цветного монитора содержит три электронные пушки, а на поверхность экрана нанесен люминофор трех основных цветов: красного, зеленого, синего. Чтобы лучи электронных

пушек попадали только в точки люминофора соответствующего цвета, на пути электронных лучей установлена специальная деталь – теневая маска или апертурная решетка. Теневая маска представляет собой систему отверстий, диаметр которых соответствует диаметру точки люминофора. Апертурная решетка для тех же целей образует систему щелей. Монохромные мониторы содержат только одну электронную пушку и вместо отдельных цветов отображают промежуточные градации яркости между черным и белым цветами.

Монитор, как и видеоконтроллер, может работать в одном из двух режимах: текстовом или графическом. В текстовых режимах на экран можно выводить символьные тексты и простые рисунки, составленные из символов псевдографики. Графические режимы используются для формирования сложных рисунков и изображений.

Главными потребительскими параметрами компьютерного монитора являются: его типоразмер, размер изображения, формат изображения, разрешающая способность, частоты кадровой развертки и строчной разверток, ширина полосы видеосигнала, способ формирования изображения, размер точки люминофора, типы интерфейсов для подключения к видеоадаптеру, способ управления, потребляемая мощность, уровень электромагнитного излучения, масса.

Типоразмер монитора определяется размером диагонали его кинескопа, которая может иметь длину 9, 12, 14, 15, 17, 19, 20, 21 или 24 дюйма. Фактический размер изображения при этом немного меньше размера экрана: например, для большинства 15-дюймовых мониторов размер изображения по диагонали равен 13,8 дюймов, а для 17-дюймовых мониторов – 15,8 дюймов.

Формат изображения определяется отношением длины изображения в пикселах к его высоте в пикселах. Для кинескопных мониторов формат выводимого изображения равен 4:3 или 5:4 и был заимствован из теории и практики фотографии, кинематографии и телевизионных стандартов. Широкоформатные изображения чаще всего имеют соотношения своей длины к высоте 16:9 или 16:10; такие форматы более характерны для плазменных и жидкокристаллических мониторов и телевизоров.

Разрешающая способность, или разрешение, для монитора определяется числом элементов изображения, воспроизводимых по горизонтали и вертикали. Как правило, максимальная разрешающая способность кинескопного монитора может быть 640×480, 800×600, 1024×768, 1280×1024, 1600×1200 или 1920×1440 пикселей. В таблице 1 представлены основные данные по типичным разрешающим способностям компьютерных мониторов различных поколений и технологий, включая и разрешающие способности бытовых телевизоров, которые часто подключаются к компьютерам как монитор.

Таблица 1 – Наиболее употребительные и перспективные разрешающие способности компьютерных мониторов и бытовых телевизоров

Наименование видеорежима или видеоадаптера	Максимальная разрешающая способность монитора, пиксел	Формат изображения
QVGA	320×200	4:3
HVGA	480×320	15:10
MDA	720×350	72:35
HGC	720×348	60:29
CGA	640×200	16:5
EGA	640×350	64:35
NTSC	640×400	16:10
VGA	640×480	4:3
PAL	640×512	5:4
WVGA, WGA	800×480	5:3
SVGA	800×600	4:3

Наименование видеорежима или видеоадаптера	Максимальная разрешающая способность монитора, пиксел	Формат изображения
qHD	960×540	16:9
WSVGA	1024×600	128:75
XGA	1024×768	4:3
XGA+	1152×864	4:3
WXVGA	1200×600	2:1
SXGA	1280×960	4:3
SXGA	1280×1024	5:4
HD 720p	1280×720	16:9
WXGA	1280×768	5:3
WXGA	1280×800	16:10
WXGA	1366×768	683:384
WXGA+, WSXGA	1440×900	16:10
SXGA+	1400×1050	4:3
WSXGA+	1680×1050	16:10
WXGA++	1600×900	16:9
UXGA	1600×1200	4:3
Full HD / HD 1080p	1920×1080	16:9
WUXGA	1920×1200	8:5
SUXGA	1920×1440	4:3
2K	2048×1080	256:135
QWXGA	2048×1152	16:9
QXGA	2048×1536	4:3
WQXGA / Quad HD 1440p	2560×1440	16:9
WQXGA	2560×1600	8:5
QSXGA	2560×2048	5:4
3K	3072×1620	256:135
WQXGA	3200×1800	16:9
WQSXGA	3200×2048	25:16
QUXGA	3200×2400	4:3
QHD	3440×1440	43:18
WQUXGA	3840×2400	8:5
4K UHD (Ultra HD) 2160p	3840×2160	16:9
5K UHD	5120×2700	256:135
HSXGA	5120×4096	5:4
6K UHD	6144×3240	256:135
WHSXGA	6400×4096	25:16
HUXGA	6400×4800	4:3
7K UHD	7168×3780	256:135
8K UHD 4320p	7680×4320	16:9
WHUXGA	7680×4800	8:5
8K UHD	8192×4320	256:135
Примечание: WXGA определяет диапазон разрешений с шириной от 1280 до 1366 пикселей и высотой от 720 до 800 пикселей.		

Частота кадровой развёртки задаёт темп смены кадров изображения, измеряется в герцах и определяет устойчивость изображения. В первых кинескопных мониторах частота кадровой развёртки составляла 50 и 60 Гц, что способствовало быстрой утомляемости глаз.

Поэтому ассоциация VESA в соответствии с требованиями эргономики рекомендовала использовать в кинескопных минимальную частоту кадровой развертки не менее 75 Гц. В реальных конструкциях мониторов частота кадровой развертки составляет 85 и более герц.

Частота строчной развертки измеряется в килогерцах и определяется как произведение частоты кадровой развертки на количество выводимых строк в одном кадре. В современных мониторах частота строчной развертки превышает 30 кГц.

Полоса видеосигнала измеряется в мегагерцах и приблизительно может быть определена как произведение количества пикселей в строке на частоту строчной развертки. Ширина полосы видеосигнала в наиболее технически совершенных кинескопных мониторах превышает 100 МГц и имеет тенденцию увеличения с ростом разрешающей способности.

В зависимости от частоты разверток все мониторы подразделяются на три большие группы: с фиксированной частотой развертки, с несколькими фиксированными частотами и мультисигнатурные. Все мониторы последних поколений являются мультисигнатурными и обладают способностью настраиваться на произвольные значения частот из заданного диапазона, например 30-70 кГц для строчной и 50-120 Гц для кадровой развертки.

Способ формирования изображения на экране монитора может быть двух видов – строчный или чересстрочный (interlaced). При строчном способе формирования изображения все строки кадра выводятся в течение одного периода кадровой развертки. Чересстрочный способ часто используется для формирования изображения в режимах высокого разрешения. Он состоит в том, что за один период кадровой развертки выводятся четные строки изображения, а за следующий период – нечетные. Таким образом, один кадр делится на два поля. Такой же способ формирования изображения используется в бытовых кинескопных телевизорах. Очевидно, что качество изображения при чересстрочной развертке ниже, чем при строчной.

При прочих равных условиях четкость изображения на экране монитора тем выше, чем меньше размер точки люминофора экрана (dot pitch). Размеры этих точек для различных моделей мониторов находятся в диапазоне от 0,41 до 0,24 мм, но для большинства современных мониторов размер точки люминофора составляет от 0,25 до 0,28 мм.

В зависимости от используемого интерфейса для сопряжения с видеоадаптером компьютера мониторы подразделяются на три группы: композитные, цифровые и аналоговые.

Композитный монитор имеет одну входную линию, по которой поступает видеосигнал в каком-либо телевизионном стандарте (в первых IBM PC это был стандарт NTSC). Композитные мониторы применялись в ранних моделях IBM PC и PC/XT с видеоадаптерами MDA. Схема такого подключения представлена на рис. 7.2.

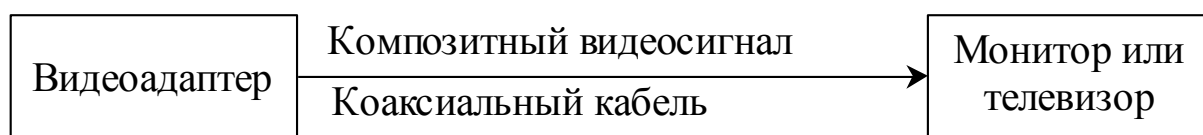


Рисунок 7.2 – Схема подключения композитного монитора

Цифровой монитор в своём соединительном кабеле имеет от одной до шести входных линий. На нем может отображаться до  $2^n$  различных цветов, где  $n$  – количество входных линий. Мониторы такого типа использовались в 1980-1990 гг. с видеоадаптерами CGA и EGA и давно вышли из употребления. Для подключения мониторов типа CGA и EGA к соответствующим видеоадаптерам использовались 9-контактные разъёмы типа D-Sub.

Аналоговый монитор цветного изображения имеет три аналоговые входные линии, управляющие красным, зеленым и синими цветами. Уровень напряжения на каждой линии отвечает за интенсивность соответствующего цвета на экране. Количество цветов, которые может отображать аналоговый дисплей, фактически ограничено только возможностями

видеоадаптера. Монохромный аналоговый монитор имеет одну линию видеосигнала. Аналоговые мониторы используются с видеоадаптерами MCGA, VGA, XGA и Super VGA (SVGA). Кроме видеосигнала адаптер посылает в монитор два сигнала горизонтальной HSYNC и вертикальной VSYNC синхронизации. Для подключения аналогового монитора к видеоадаптерам типа VGA и SVGA фирмой IBM был разработан 15-контактный разъем VGA типа D-Sub. Схемы подключения аналоговых мониторов приведены на рис. 7.3 и 7.4.



Рисунок 7.3 – Схема подключения к видеоадаптеру цветного аналогового монитора

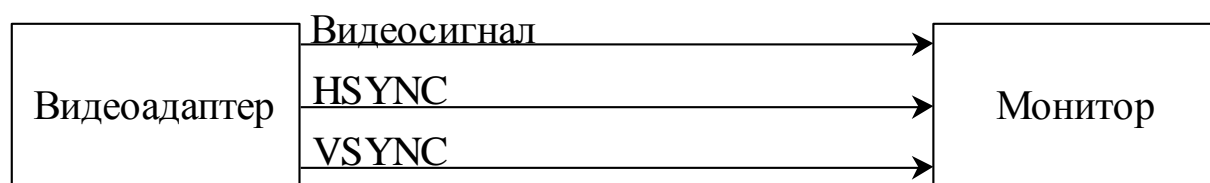


Рисунок 7.4 – Схема подключения к видеоадаптеру монохромного аналогового монитора

В качестве монитора ПК возможно использование бытового телевизора. Ранее для этого требовался высокочастотный модулятор, который накладывает видеосигнал на несущую частоту телевизионного вещания. Образованный сигнал подается на антенный вход телевизора. Наличие промежуточных преобразований видеосигнала приводит к получению на экране телевизора изображения низкого качества. Схема такого варианта подключения бытового телевизора показана на рис. 7.4.

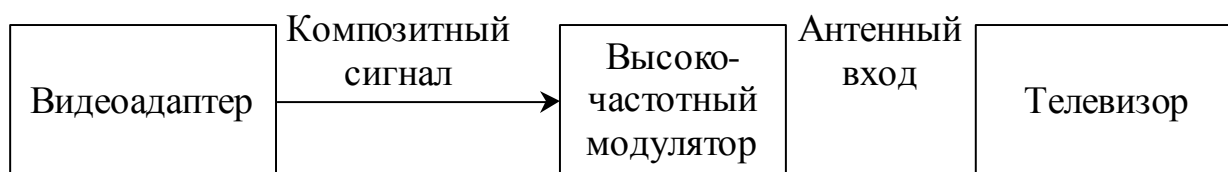


Рисунок 7.5 – Схема подключения бытового телевизора к видеоадаптеру с помощью высокочастотного модулятора

Некоторые модели видеоадаптеров прежних лет выпуска кроме стандартного интерфейса VGA для подключения аналогового монитора имеют формирователь композитного видеосигнала в стандарте NTSC, PAL или SECAM для подключения бытового телевизора по низкочастотному входу. Такое техническое решение позволяет использовать телевизор не только как монитор, но и как источник видеосигнала для записи телевизионного изображения в цифровой форме. Подключение композитного монитора или телевизора к видеоадаптеру производится с помощью коаксиального кабеля и разъема типа RCA.

Для подключения бытовой видеоаппаратуры к видеоадаптерам ранее также использовались 4- или 7-контактные разъёмы S-Video типа mini-DIN (обозначавшиеся как MD4P и MD7P соответственно). Кроме этого, для подключения бытового телевизора, имеющего аналоговые интерфейсы SCART или RCA, к разъёму VGA видеоадаптера существуют переходные устройства типа VGA-SCART и VGA-RCA.

В зависимости от конструкции органов управления мониторы могут иметь аналоговое или цифровое управление. Органы управления аналогового типа представляют собой обычные потенциометры, посредством которых регулируются яркость, контрастность, размеры изображения и другие параметры. Аналоговое управление использовалось в ранних моделях компьютерных мониторов. Органы цифрового управления во всех современных мониторах выполняются в форме экранного меню (OSD – On Screen Display), что позволяет резко уменьшить количество механических управляющих устройств. Работа экранного меню реализуется с помощью микропроцессорной системы управления, встроенной в монитор.

Реализация в мониторах микропроцессорного управления позволило осуществить дополнительные функции управления изображением, энергопотреблением и автоматической конфигурации видеосистемы.

В процессе работы на кинескопный монитор приходится порядка 60% электроэнергии, потребляемой настольным компьютером (80...120 Вт для 15-дюймовых мониторов и 120...140 Вт для 17-дюймовых мониторов). С целью экономии электроэнергии, потребляемыми компьютерными мониторами, Агентство защиты окружающей среды EPA и ассоциация VESA разработали стандарты на систему управления энергопотреблением монитора. Стандарт **EPA Energy Star** определяет, что монитор должен иметь два режима работы: максимальной нагрузки (основной) и ожидания (пониженного энергопотребления). В режиме ожидания изображение на экране монитора гасится. В этот режим монитор может переключаться либо автоматически, либо по команде пользователя, а потребляемая мощность в этом режиме не должна превышать 30 Вт. Стандарт VESA **DPMS** (Display Power Management System) предусматривает более эффективное снижение энергопотребления и определяет три этапа снижения потребляемой монитором мощности. В соответствии со спецификацией DPMS монитор может иметь 4 уровня потребляемой энергии: **On** – активный режим; **Standby** – неактивный режим работы с пониженным энергопотреблением; **Suspend** – неактивный режим с более глубоким снижением энергопотребления; **Off** – отключение монитора с практически нулевым энергопотреблением.

Автоматическое конфигурирование аппаратуры ПК реализуется в виде технологии Plug'n'Play (PnP), получившей широкое распространение с появлением операционной системы Windows 95. Применительно к видеосистеме эта технология предполагает автоматическую адаптацию видеоадаптера к подключаемому монитору с помощью специального информационного канала между видеоадаптером и монитором и соответствующего программного обеспечения. Ассоциация VESA разработала спецификацию такого информационного канала, названного **DDC** (Display Data Channel). Спецификация DDC предполагает использование стандартного интерфейса адаптера VGA с аналоговым монитором. Разработано два уровня DDC: DDC1, который определяет одностороннюю передачу данных от монитора к компьютеру, и DDC2 – двухстороннюю. Система управления монитором содержит таблицу параметров **EDID** (Extended Display Identification Data) размером 128 байт, которая передается в видеоадаптер. С помощью двухстороннего канала осуществляются процедуры автоматического управления видеосистемой ПК.

Компьютерные мониторы, в особенности устаревшие устройства на электронно-лучевых трубках, являются источником электромагнитного излучения, оказывающего негативное влияние на организм человека. Поэтому в 1990 гг. начался выпуск мониторов с пониженным уровнем излучения типа LR (Low Radiation). Такие мониторы должны отвечать спецификации MPR II, разработанной Шведским национальным советом по измерениям и тестированию. Более жестким стандартом для мониторов стал TCO'92, разработанный

Шведской Конфедерацией профессиональных служащих и национальным советом индустриального и технического развития Швеции (NUTEK). Последующие стандарты ТСО'95, ТСО'99, ТСО'03, ТСО'06 полностью совпадают с требованиями ТСО'92 в части уровней излучения, но дополняются экологическими требованиями на конструкцию мониторов и других периферийных устройств ПК.

До 1997 г. в Российской Федерации действовал отечественный стандарт ГОСТ 27954-88 на видеомониторы персональных ЭВМ, который регламентировал требования безопасности и эргономические требования к мониторам, продаваемым в РФ. После 1997 г. были введены в действие стандарты ГОСТ Р 50948-2001 "Средства отображения информации индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования безопасности" и ГОСТ Р 50949-2001 "Средства отображения информации индивидуального пользования. Методы измерений и оценки эргономических параметров и параметров безопасности".

В современных условиях специальные дорогостоящие мониторы на ЭЛТ ещё используются в профессиональной работе с графикой. В остальных же сферах применения кинескопные мониторы и телевизоры полностью вытеснены плоскпанельными устройствами на жидких кристаллах.

### 2.3 Мониторы на жидких кристаллах

Несмотря на широкое распространение, традиционные кинескопные мониторы (и кинескопные телевизоры тоже) имеют ряд существенных недостатков, ограничивающих (а порой делающих невозможным) их использование. Такими недостатками являются:

- большие габаритные размеры и масса;
- значительное энергопотребление и тепловыделение;
- излучение от кинескопа, вредное для здоровья человека;
- значительная нелинейность раstra, сложность её коррекции.

Первые два недостатка не позволяют использовать кинескопные мониторы в переносных и малогабаритных компьютерах. Остальные недостатки осложняют работу пользователя ПК и наносят вред его здоровью. Поэтому все современные микро-ЭВМ и ПК – калькуляторы, настольные, ноутбуки, промышленные, планшетные, телефоны, смартфоны – оснащаются отображающими устройства на жидких кристаллах (ЖК).

Принципы работы. Жидкокристаллические мониторы, называемые также LCD (Liquid Crystal Display), имеют панели, ячейки (пикселы) которых содержат жидкие вещества, обладающие некоторыми свойствами, присущими кристаллам. Молекулы жидких кристаллов под воздействием электрического поля могут изменять свою ориентацию и вследствие этого изменять поляризацию светового луча, проходящего сквозь них.

Жидкие кристаллы не могут сами излучать свет, а служат затворами, пропуская или не пропуская свет. ЖК-панель имеет несколько слоев, среди которых ключевую роль играют две стеклянные подложки и находящийся между ними слой жидких кристаллов. Позади них расположены лампы или светодиоды подсветки и система зеркал, равномерно рассеивающих свет по поверхности. Свет от ламп или светодиодов проходит сквозь первую подложку, служащую поляризационным фильтром. На обеих подложках проделаны параллельные бороздки, определяющие исходную ориентацию жидких кристаллов. Бороздки двух подложек перпендикулярны между собой. Размещенные между бороздками капельки ЖК организованы в ячейки. Каждый пиксель изображения состоит из трех ячеек. Вторая подложка также является поляризационным фильтром, поэтому теоретически в исходном состоянии свет наружу не выпускается, так как его плоскость поляризации не совпадает с плоскостью фильтра. Молекулы в нематическом (то есть структурированном) жидком кристалле имеют вытянутую цилиндрическую форму. Благодаря направляющим бороздкам молекулы у противоположных подложек-поляризаторов оказываются перпендикулярными друг другу. Чем ближе к центру кристалла, тем меньше угол взаимного поворота молекул. В итоге



молекулы образуют пространственную спираль, по которой сворачивается плоскость поляризации света и свет выходит наружу. Такая технология называется скрученным нематическим кристаллом – *Twisted Nematic (TN)*.

Если молекулы жидких кристаллов попадают в электрическое поле, они выстраиваются между электродами. Электроды расположены на обеих подложках, поэтому поле разворачивает молекулы вдоль силовых линий. Чем сильнее разность потенциалов между электродами, тем меньше поворот вектора поляризации молекулами, тем меньше света выходит наружу. При максимальной разности потенциалов отклонения вовсе не происходит и свет наружу не пропускается.

Для управления свойствами ячеек к ним подключают электроды, создающие разные электрические поля в отдельных местах экрана (в ячейках). ЖК-кристаллы типа *Super Twisted Nematic* имеют увеличенный с  $90^\circ$  до  $270^\circ$  торсионный угол (угол кручения) ориентации, что обеспечивает лучшую контрастность изображения при увеличении размеров монитора.

В активной матрице (*Active Matrix*) ячейки панели подключены к управляющим элементам, образующим матрицу из строк и столбцов. Технология тонкопленочных транзисторов (*Thin Film Transistor, TFT*) позволила назначить каждой ячейке переключающий транзистор, к коллектору которого подключены резистор и конденсатор. Когда по выбранной строке и столбцу подается управляющее напряжение, оно заряжает конденсатор. Заряд хранится конденсатором до следующего обновления кадра изображения. Таким образом конденсатор совместно с транзистором запоминают состояние ячейки после снятия напряжения. Время реакции дисплея с активной матрицей снижено в лучших образцах до 8-10 мс (для пассивной матрицы – около 300 мс). Яркость отдельного элемента изображения остается неизменной весь период демонстрации, поэтому негативные эффекты "замыливания" и дрожания изображения отсутствуют. Именно поэтому для ЖК-мониторов достаточной считается частота регенерации изображения (смены кадров) 60 Гц.

Самой распространенной технологией производства активных матриц является *TN+Film*. Она основана на использовании в ячейках нематических жидких кристаллов в совокупности с покрытием специальной пленкой с высоким показателем преломления (для расширения углов обзора). Среди современных матриц матрицы *TN+Film* обладают наименьшим временем отклика. Но технология имеет и негативные стороны:

- ♦ сложность обеспечения строго перпендикулярной ориентации молекул приводит к высокому уровню черного цвета и низкому контрасту изображения;
- ♦ недостаточные углы обзора по вертикали;
- ♦ неточная цветопередача.

Компании NEC и Hitachi разработали технологию производства жидкокристаллических матриц под названием *In-Plane Switching (IPS)*. Согласно этой технологии оба электрода расположены на одной подложке, а молекулы жидких кристаллов поворачиваются единой плоскостью, не скручиваясь в спираль. В отсутствие напряжения свет полностью блокируется перпендикулярными подложками-фильтрами и на экране отображается почти идеальный черный цвет. Приложенное напряжение разворачивает плоскость поляризации молекул, и свет начинает проникать наружу.

Матрицы IPS обеспечивают отличную цветопередачу и углы обзора около  $170^\circ$ . Они очень активно используются всеми производителями дисплеев для телевизоров, мониторов, планшетных компьютеров и смартфонов. Вместе с тем, технология IPS тоже имеет ряд недостатков:

- ♦ высокая себестоимость производства;
- ♦ сравнительно невысокие параметры яркости и контрастности;
- ♦ сравнительно высокое время отклика.

Компания Futjitsu разработала технологию производства жидкокристаллических матриц *Multi-Domain Vertical Aligment (MVA)*, совместившую особенности *TN+Film* и IPS. Электроды подведены к обеим подложкам. Но сами подложки не плоские, а имеют выступы,

благодаря которым жидкий кристалл разбивается на домены. Все домены переключаются одновременно, но продольные молекулы в них наклоняются в противоположных направлениях. Если необходимо воспроизвести 50% серого, половина молекул будет повернута "боком", а половина – "торцом". По центру все молекулы будут иметь одинаковый половинный наклон (в разные стороны), то есть пропускать половину света. Такую же технологию использует компания Samsung под названием PVA, компания Sharp под названием ASV. Недостатков у технологии MVA/PVA всего два:

- ♦ сравнительно высокое время отклика;
- ♦ сравнительно небольшие углы обзора.

Параметры ЖК-дисплеев. Основным параметром ЖК-мониторов является их типоразмер, традиционно измеряемый в дюймах. При этом размер изображения практически совпадает с типоразмером монитора. Наиболее употребительные типоразмеры ЖК-мониторов настольного исполнения: 14, 15, 17, 19, 22, 24, 27 дюймов. Более крупные типоразмеры характерны уже для телевизоров и мониторов специального назначения. Для большинства современных ноутбуков стандартные типоразмеры ЖК-матриц: 10; 11,6; 12; 12,5; 13,3; 14; 15,4; 15,6; 17,3 дюймов. Форматы изображений для ЖК-мониторов гораздо шире, чем для мониторов для ЭЛТ. Кроме стандартных форматов 4:3 и 5:4 большое количество ЖК-мониторов имеют широкие форматы 16:9 и 16:10. В отличие от ЭЛТ-мониторов, изображение в которых может иметь только ландшафтную ориентацию, многие ЖК-мониторы могут работать как в ландшафтном, так и в портретном режиме работы путём разворота экрана на 90°; при этом ориентация изображения не изменяется.

Важнейшим параметром ЖК-дисплеев является стандартное (native) разрешение. Оно соответствует числу пикселей по горизонтали и вертикали. Именно в стандартном разрешении ЖК-монитор воспроизводит изображение наиболее качественно. Разрешение определяется размером ячеек и диагональю панели. Основная масса – это панели с ячейками размером 0,25-0,3 мм. Если панель 15-дюймового ЖК-монитора поддерживает стандартное разрешение 1024x768, это значит, что на каждой из 768 линий расположено  $1024 \times 3 = 3072$  ячейки. Заметим, что на ЭЛТ-мониторе можно установить разрешение больше номинального (рекомендуемого) для данной величины диагонали экрана, а на ЖК-мониторе – нельзя в принципе. Как правило, в ЖК-мониторах предусмотрена возможность использовать разрешение более низкое, чем стандартное. Обычно применяют метод растяжения (expansion), основанный на интерполяции изображения с низким разрешением на всю площадь экрана. Очевидно, что интерполяция ухудшает резкость изображения и вносит цветовые искажения.

Яркость – максимальная удельная светимость поверхности экрана. Измеряется в нитах (нт),  $1 \text{ нт} = 1 \text{ кд/м}^2$  (кандела на квадратный метр). Чем больше это значение, тем светлее изображение. Типовая яркость белого цвета для мониторов на ЭЛТ составляет около  $120 \text{ кд/м}^2$ ; профессионалы, использующие при работе с графикой ЖК-монитор, редко калибруют его так, чтобы яркость белого превышала  $120 \text{ кд/м}^2$ . Таким образом, даже яркость  $220 \text{ кд/м}^2$ , обеспечиваемая большинством мониторов, является достаточной для повседневного использования. Средним считается значение яркости  $220\text{-}250 \text{ кд/м}^2$ , некоторые панели поддерживают более высокие значения –  $300\text{-}400 \text{ кд/м}^2$ .

Контрастность – это отношение разности яркостей отображаемых монитором белого и черного цветов к яркости белого цвета. Например, для дисплея, максимальная и минимальная яркости которого равны  $200,5 \text{ кд/м}^2$  и  $0,5 \text{ кд/м}^2$  соответственно, контрастность равна  $(200,5 - 0,5) / 0,5 = 400:1$ . Считается, что чем выше контрастность, тем лучше различимы детали изображения, выше его четкость и меньше утомляемость при работе с монитором. На самом деле это не совсем так. Возьмем Монитор №1 с соотношением яркостей, приведенным выше, и сравним его с Монитором №2, отличающимся только максимальной яркостью, которая составляет  $400,5 \text{ кд/м}^2$ . Контрастность Монитора №2 будет равна  $800:1$ , тем не менее, отображение этим монитором черного цвета не улучшилось по сравнению с Монитором №1, а отображение белого стало более ослепляющим. Поэтому большое

значение имеет не собственно контрастность, а контрастность с учетом уровня черного цвета.

Цветовой охват современных ЖК-панелей достигает 16,7 млн. цветов. Но в типовых панелях TN+Film используется 18-битное представление цвета, сужающее цветовой диапазон.

Угол обзора (по вертикали и горизонтали) характеризует зону восприятия изображения на экране без существенных искажений. Нормальным считается угол обзора по горизонтали 160-170°, по вертикали 120° и больше. Нормальные углы обзора обеспечат комфортное восприятие картинки одним человеком, расположенным по центру экрана. Коллективный просмотр, удобный на телевизорах и ЭЛТ-мониторах, для ЖК-дисплеев может быть некомфортным.

Слабым местом ЖК-мониторов остаётся время отклика (скорость переключения между режимами "черный"- "белый"- "черный"), которое реально для многих моделей составляет 25-40 мс. Официальные цифры характеризует максимальное быстродействие – суммарное время, затрачиваемое на увеличение яркости элемента экрана от 10% до 90% и уменьшение обратно до 10%. В режимах пониженной яркости (менее 100%) оно увеличивается в 5-7 раз, что приводит к смазыванию изображения. Увеличение времени отклика приводит к размытию движущихся объектов. Этот параметр рекомендуется подбирать следующим образом: для динамичных 3D-игр – матрицы со временем отклика 16 мс, для кино и графики достаточно 25 мс, для офисной работы достаточно 40 мс.

Ещё одним важным техническим параметром ЖК-мониторов является способ подсветки матрицы. Сами по себе жидкие кристаллы не светятся. Чтобы изображение на жидкокристаллическом дисплее было видимым, нужен источник света. Источник света может быть либо внешним, либо встроенным. Компьютерные мониторы для настольных и мобильных ПК оснащены встроенной подсветкой. Непосредственно сама подсветка состоит из следующих компонентов: источника света, рассеивателя, осуществляющего равномерное подсвечивание всего дисплея, и преобразователя электрического напряжения для питания источника света, управляющего также яркостью подсветки.

Обычно устройства встроенной подсветки располагаются позади слоя жидких кристаллов и просвечивают его насквозь (в некоторых мониторах используется и боковая подсветка). В течение первого десятилетия XXI века подавляющее большинство ЖК-матриц имело подсветку из одной или нескольких газоразрядных (люминесцентных) ламп; при этом количество ламп подсветки определялось размером матрицы. В начале 2010-х гг. получили распространение ЖК-дисплеи, имеющие подсветку из одного светодиода (LED – Light Emitting Diode) или нескольких светодиодов, объединённых в матрицу. Светодиодная подсветка по сравнению с люминесцентной является более экономичной. Монохромные матрицы обычно имеют подсветку жёлтого, зелёного, синего или белого цветов, цветные же матрицы, как правило, имеют подсветку белого цвета.

Для ЖК-дисплеев характерен такой вид дефектов изображения как дефектные, или "битые", пиксели, обусловленный тем, что при большом количестве ЖК-ячеек трудно обеспечить их абсолютную надёжность. В связи с этим был разработан международный стандарт ISO 13406, регламентирующий визуальную эргономику. Данный стандарт включает требования и рекомендации, характеризующие чёткость изображения и удобство использования цветных дисплеев, основываясь на эргономических исследованиях. Стандарт различает 4 класса качества ЖК-дисплеев, для каждого из которых допускается определённое количество неработающих пикселей из миллиона:

- Класс 1: 0 дефектных пикселей на миллион;
  - Класс 2: до 2 дефектов типа 1 и 2 или до 5 дефектов типа 3 на миллион;
  - Класс 3: до 5 дефектных пикселей типа 1; до 15 – типа 2; до 50 дефектных субпикселей (ячеек RGB, составляющих пиксель) на миллион;
  - Класс 4: до 150 дефектных пикселей на миллион;
- В стандарте определено также 4 типа дефектных пикселей:

- Тип 1: постоянно горящие пиксели;
- Тип 2: постоянно не горящие пиксели;
- Тип 3: пиксели с другими дефектами, включая дефекты субпикселей, т.е. постоянно горящие или не горящие красные, зелёные или голубые субпиксели;
- Тип 4 (группа дефектных пикселей): несколько дефектных пикселей в квадрате 5×5 пикселей.

Таким образом, к преимуществам ЖК-мониторов можно отнести малую глубину панели, действительно плоское изображение (без геометрических искажений), высокие значения яркости, низкое энергопотребление, практическое отсутствие электромагнитных излучений. Существенных недостатков четыре: относительно высокая стоимость; искажение цветов; единственный оптимальный режим разрешения, обеспечивающий хорошее качество; малые углы комфортного обзора. Главный недостаток ЖК-технологии состоит в том, что трудно создать монитор универсального назначения: для офисной работы надо подбирать монитор с одним набором параметров, для игр – с другим, для профессиональной работы с графикой и цветом – с третьим.

## 2.4 Светодиодные дисплеи и мониторы

Светодиодный дисплеи и мониторы (LED screen, LED display) – устройство отображения и передачи визуальной информации, в котором в каждой отображающей ячейке используется один или несколько полупроводниковых светодиодов.

Первые монохромные светодиодные дисплеи были созданы в конце 1970 гг. Первые цветные LED-телевизоры появились лишь после создания достаточно ярких цветных светодиодов. Главный недостаток телевизоров мониторов на дискретных светодиодах – большой размер. Дисплей состоит из сотен тысяч светодиодов, и пока не удалось изготовить полупроводниковый светодиод микроскопических размеров, пригодный для телевидения и компьютерных мониторов и имеющий приемлемую цену.

Существующие светодиодные дисплеи на дискретных светодиодах по принципу построения делятся на два типа – кластерные и матричные. В кластерных дисплеях каждый пиксель, содержащий от трех до нескольких десятков светодиодов, объединён в отдельном светоизолированном корпусе, который залит герметизирующим компаундом. Такой конструктивный элемент называется кластером. Кластеры, образующие информационное поле экрана, закреплены при помощи винтов на лицевой поверхности экрана. От каждого кластера отходит жгут проводов, подключаемый, посредством электрического разъема, к соответствующей схеме управления (плате). Такой способ построения полноцветных светодиодных экранов постепенно отмирает, уступая место более технологичному матричному принципу.

В матричных дисплеях кластеры и управляющая плата объединены в единое целое – матрицу, на управляющей плате смонтированы и светодиоды и коммутирующая электроника, которые залиты герметизирующим компаундом. В зависимости от размера и разрешения экрана количество светодиодов, составляющих пиксель, может колебаться от трех до нескольких десятков. А распределение количества светодиодов по цветам в пикселе изменяется от типа применяемых светодиодов с целью соблюдения баланса белого цвета.

Современные светодиодные дисплеи и устройства на их основе (телевизоры и мониторы) строятся на основе органических светодиодов **OLED** (Organic Light-Emitting Diode). OLED – это полупроводниковые приборы, изготовленные из органических соединений, которые способны излучать свет при прохождении через них электрического тока. В большинстве малогабаритных OLED-дисплеев для мобильных устройств каждый субпиксель изначально излучает свой цвет и светофильтры отсутствуют (технология **RGB OLED**). В крупноформатных OLED-дисплеях каждый субпиксель имеет свой независимо управляемый OLED-источник белого света, а красный, зеленый и синий цвета формируются с помощью светофильтров, размещенных перед этими источниками. Такая технология

получила название **W-OLED+C/F**. С целью повышения яркости изображения в дисплее типа **W-OLED+C/F** каждая триада из красного, зеленого и синего субпикселей может быть дополнена четвертым субпикселем белого цвета без светофильтра. По сравнению с дисплеями типа RGB OLED дисплеи типа W-OLED+C/F оказываются проще и дешевле в производстве.

Светодиодные дисплеи обладают следующими преимуществами:

- высокая яркость изображения;
- возможность сборки дисплея больших размеров (до сотен метров в ширину и высоту);
- возможность выбора произвольного соотношения высоты изображения к его ширине;
- высокая ремонтопригодность (повреждение части экрана не ведёт к его неработоспособности в целом);
- широкий диапазон эксплуатационных температур.

К недостаткам светодиодных дисплеев можно отнести следующие:

- относительно большая зернистость изображения;
- высокие технологическая сложность и стоимость;
- неравномерный износ светодиодов разного цвета, приводящий к дефекту изображения "битый пиксель";
- светодиодные дисплеи большого формата (более 30 дюймов) по сравнению с аналогичными ЖК-дисплеями обладают более высоким энергопотреблением и увеличенной массой;

- некоторое снижение качества изображения при использовании светодиодного телевизора большого формата (более 30 дюймов) в качестве компьютерного монитора.

Дальнейшим перспективным направлением совершенствования светодиодных дисплеев и мониторов является технология **AMOLED** (Active Matrix Organic Light-Emitting Diode) – активная матрица на основе органических светодиодов. Данная технология подразумевает использование органических светодиодов (Organic LED) в качестве светоизлучающих элементов и активной матрицы из тонкоплёночных транзисторов (TFT) для управления светодиодами. В сравнении с ЖК-дисплеями на тонкоплёночных транзисторах основными достоинствами технологии являются:

- пониженный уровень энергопотребления;
- способность отображать большую цветовую гамму (больше физического предела ЖК-матрицы типа IPS);
- значительно меньшее время отклика (порядка 0,01 мс против минимального 2 мс для TN матрицы);
- полные углы обзора по вертикали и горизонтали порядка 180° при сохранении яркости, цветности и контрастности изображения (но чуть хуже, чем у кинескопных мониторов);
- меньшая толщина экрана, поскольку отсутствует подсветка;
- высокая контрастность изображения – черный цвет является действительно черным, поскольку пиксели в этом режиме не излучают света;
- возможность создания гибких экранов;
- более широкий диапазон рабочих температур (от -40°C до +70°C).

Недостатками AMOLED-дисплеев по сравнению с ЖК-дисплеями являются:

- повышенная чувствительность к механическим повреждениям;
- снижение срока службы при активном отображении светлых изображений;
- высокая технологическая себестоимость, что усложняет создание больших AMOLED-матриц;
- более низкая максимальная яркость изображения.

Благодаря своим конструктивным особенностям и положительным свойствам AMOLED-дисплеи хорошо подходят для использования в составе сенсорных дисплеев. При

этом прозрачный сенсорный слой (чувствительный к нажатию пальцами) располагается поверх матрицы AMOLED. Поэтому AMOLED-дисплеи широко используются в мобильных телефонах и планшетных компьютерах.

Дисплеи типа Super AMOLED по сравнению с предшественниками типа AMOLED имеют повышенную чёткость изображения, улучшенную читаемость изображения при ярком внешнем освещении, улучшенную насыщенность цветов, уменьшенную толщину дисплея, пониженное энергопотребление. Малогабаритные дисплеи Super AMOLED пока активно используются только в мобильных электронных устройствах – смартфонах и планшетных компьютерах.

## 2.5 Плазменные дисплеи и мониторы

Плазменный дисплей (Plasma Display Panel, PDP) представляет собой матрицу газонаполненных ячеек, заключённых между двумя параллельными стеклянными пластинами, внутри которых расположены прозрачные электроды, образующие шины сканирования, подсветки и адресации. Разряд в газе протекает между разрядными электродами (сканирования и подсветки), расположенными на лицевой стороне экрана, и электродом адресации, расположенном на задней стороне дисплея. Молекулы ионизированного газа обладают способностью излучать свет в процессе рекомбинации. Для приведения молекул газа в ионизированное состояние, т.е. в состояние плазмы (отсюда и происходит название данной технологии), используется высокое напряжение. На внутреннюю сторону экрана нанесён люминофор, с помощью которого формируется видимое изображение.

Преимущества плазменных дисплеев:

- возможность сборки дисплеев больших размеров;
- высокая контрастность изображения;
- хорошая цветопередача;
- стабильная равномерность цвета при выводе тёмных и светлых изображений;
- большой срок службы (до 30 лет).

Недостатки плазменных дисплеев:

- высокая стоимость;
- более высокое энергопотребление в сравнении с ЖК-дисплеями;
- высокая зернистость изображения для крупногабаритных дисплеев;
- выгорание экрана от неподвижного изображения, которое происходит из-за перегрева люминофора и последующего его испарения.

Наиболее широкое распространение плазменные дисплеи получили в телевизорах, однако в последние годы их вытеснили устройства с ЖК-матрицами, обладающие более высокими эксплуатационными свойствами.

## 2.6 Интерфейсы мониторов и видеоадаптеров

Подключение кинескопных мониторов последних поколений к видеоадаптерам компьютеров чаще всего осуществляется с помощью интерфейса VGA. Жидкокристаллические мониторы могут подключаться к компьютерным видеоадаптерам с помощью более широкого набора интерфейсов: VGA, DVI, HDMI, DisplayPort.

Рассмотренный выше **VGA** – это миниатюрный 15-контактный разъём и соответствующий ему аналоговый интерфейс. Интерфейс был разработан IBM в 1987 г. и изначально предназначался для подключения к ПК семейства PS/2 мониторов на ЭЛТ. Интерфейсом VGA также оснащаются некоторые проигрыватели DVD и многие плазменные и жидкокристаллические телевизоры. В настоящее время интерфейс VGA считается устаревшим и активно вытесняется цифровыми интерфейсами DVI, HDMI и DisplayPort. Крупнейшие производители электроники Intel, AMD, NVidia объявили о полном отказе от

поддержки интерфейса VGA в 2015 г. Большинство современных ЖК-мониторов, не имеющих разъёма VGA, могут подключаться к видеоадаптеру с VGA-выходом через разъём DVI-I с помощью специального переходного устройства, поскольку часть линий разъёма DVI-I в целях совместимости являются интерфейсом VGA (за исключением разъёма DVI-D, в котором аналоговые линии отсутствуют). Разъём VGA ещё активно применяется в системах промышленной автоматизации и диспетчеризации для подключения разных типов устройств. Кроме стандартного разъёма VGA существует также его малогабаритный вариант – mini-VGA.

**DVI** (Digital Visual Interface) – стандарт интерфейса, предназначенного для передачи видеоизображения на цифровые устройства отображения, такие как жидкокристаллические мониторы, телевизоры и проекторы. DVI разработан консорциумом Digital Display Working Group в 1999 г. При разработке нового интерфейса предполагалось, что кинескопные мониторы ещё долго будут существовать на рынке, поэтому с целью совместимости в стандарт и соответствующий разъём были включены линии интерфейса VGA. Максимальная длина соединительного кабеля DVI зависит от количества передаваемой информации. Кабель DVI длиной 10,5 м можно использовать для передачи изображения с разрешением до  $1920 \times 1200$  точек, а по кабелю длиной 15 метров получится передать в нормальном качестве изображение с разрешением  $1280 \times 1024$  точек.

На рис. 2 представлены характерные изображения разъёмов аналоговых и цифровых интерфейсов, которые присутствуют на видеоадаптерах, мониторах и телевизорах. Кроме полноразмерных разъёмов DVI существуют также малогабаритные разъёмы mini-DVI и micro-DVI.

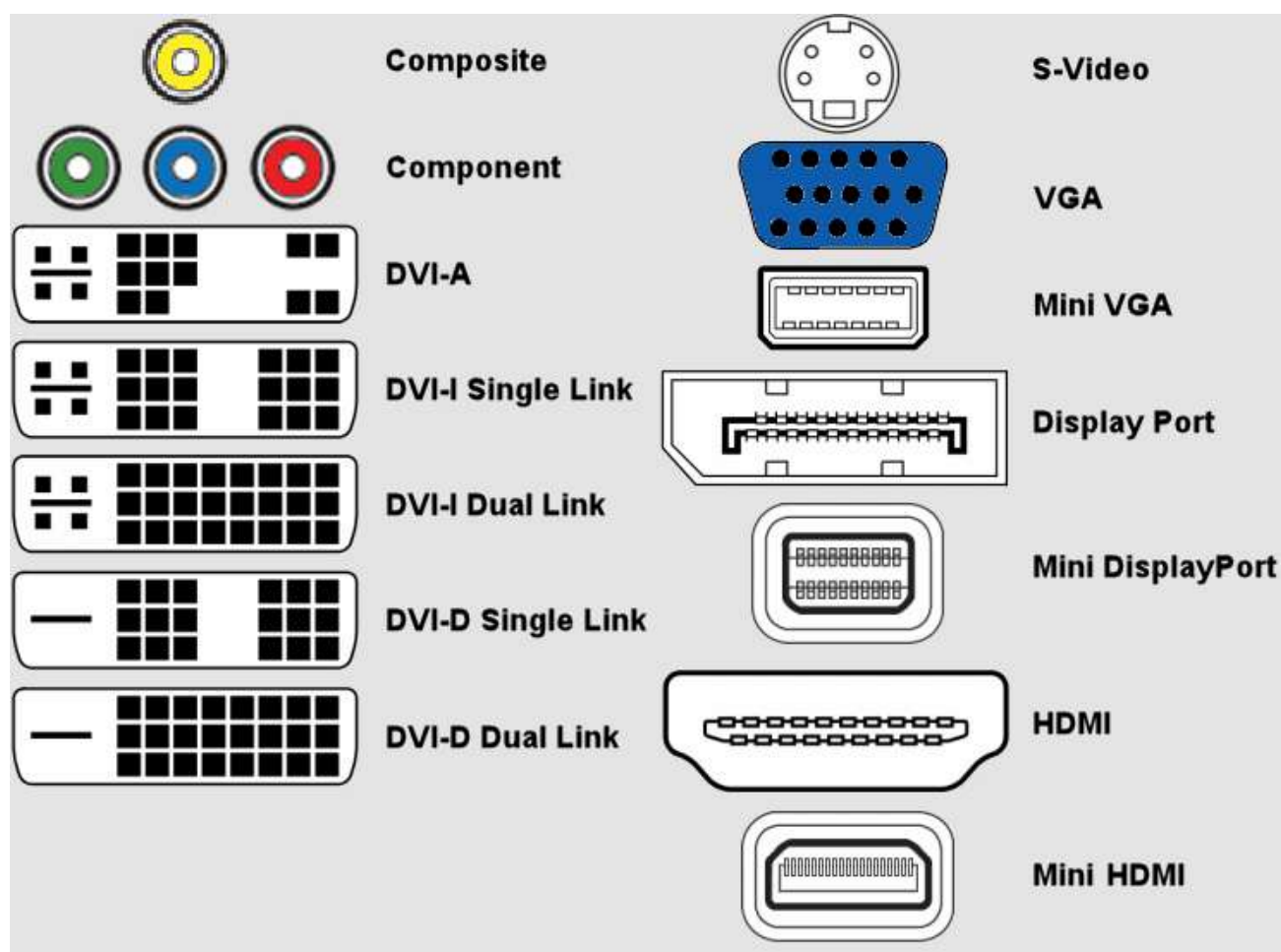


Рисунок 2 – Разъёмы для подключения мониторов и телевизоров к компьютерным видеоадаптерам

Существуют две разновидности интерфейса DVI – Single link и Dual link. Интерфейс и разъём типа DVI Single link (одинарный режим) обеспечивает передачу изображения с кодировкой цвета 24 бита на пиксель. С ним может быть достигнуто максимальное возможное разрешение 1920×1200 (60 Гц) или 1920×1080 (75 Гц). Интерфейс и разъём типа DVI Dual link (двойной режим) удваивает пропускную способность и позволяет получать более разрешения экрана 2048×1536, 2560×1080, 2560×1600. Поэтому для самых крупных ЖК-мониторов с большим разрешением (с экраном более 27 дюймов) нужен видеоадаптер с двухканальным выходом DVI-D Dual-Link. Интерфейс DVI-A Single Link предусматривает только аналоговую передачу данных, DVI-I – и аналоговую, и цифровую передачу, DVI-D – только цифровую передачу. Таким образом, видеоадаптеры с разъёмом DVI-A не поддерживают мониторы, оснащённые разъёмом DVI-D, а видеоадаптер с разъёмом DVI-I можно подключить к монитору с разъёмом DVI-D кабелем с двумя разъёмами типа DVI-D.

Интерфейс **HDMI** (High Definition Multimedia Interface) – интерфейс для передачи мультимедийных данных (изображения и звука) высокой чёткости. Разъём HDMI обеспечивает цифровое соединение нескольких устройств с помощью соответствующих кабелей. Основное различие между HDMI и DVI в том, что разъём HDMI меньше по размеру, а также поддерживает передачу многоканальных цифровых аудиосигналов. Данный интерфейс является заменой устаревших аналоговых стандартов подключения видеоаппаратуры, таких как SCART, VGA, RCA, S-Video.

Длина стандартного кабеля HDMI может достигать 10 м, также возможно увеличение длины до 20-35 м и более путём применения как внешних усилителей-повторителей, так и вмонтированных непосредственно в кабель. Некоторые производители кабелей устанавливают ферритовые кольца в начале и в конце кабеля для защиты передаваемых данных от электромагнитных помех. Существуют устройства-переходники с HDMI на DVI и обратно с целью совместимости с различными устройствами, не имеющими одного из этих входов/выходов.

Разъёмы HDMI исполняются в одном из трёх исполнений: обычный HDMI (или Type A), mini-HDMI (Type C) и micro-HDMI (Type D).

**DisplayPort** – стандарт интерфейса для цифровых мониторов. Разработан ассоциацией VESA, первая версия стандарта принята в 2006 г. Интерфейс DisplayPort предполагается к использованию в качестве наиболее современного интерфейса соединения аудио- и видеоаппаратуры, в первую очередь для соединения компьютера с монитором или компьютера и систем домашнего кинотеатра. Технология DisplayPort позволяет передавать одновременно как графические, так и аудиосигналы, она предусматривает также параллельное подключение к одному видеоадаптеру нескольких мониторов. Кроме полноразмерного разъёма существует также его уменьшенный вариант Mini DisplayPort.

Перспективными проводными интерфейсами для передачи видео- и аудиоданных между компьютерами и мониторами являются **USB** и **Thunderbolt**. Спецификация 3.1 интерфейса USB и соответствующий универсальный 24-контактный разъём USB Type-C в некоторых режимах работы могут применяться и для передачи видеосигнала в стандартах DisplayPort и HDMI.

Интерфейс Thunderbolt – аппаратный интерфейс, разработанный компанией Intel совместно с компанией Apple и представленный в 2011 г. Он предназначен для подключения периферийных устройств к компьютеру с максимальной скоростью передачи данных до 10 Гбит/с по медному проводу и до 20 Гбит/с при использовании оптического кабеля. В своей работе Thunderbolt комбинирует интерфейсы PCI Express и DisplayPort в одном кабеле. Интерфейс допускает подключение к одному порту до шести периферийных устройств путём их объединения в цепочку. Конструктивно в интерфейсе Thunderbolt версий 1 и 2 используется тот же разъём, что и Mini DisplayPort (MDP). MDP электрически совместим с полноразмерным разъёмом DisplayPort, но использует меньший по размеру разъём, на котором отсутствует защёлка. Thunderbolt 3-й версии использует разъём USB Type-C.

Ещё одним перспективным направлением развития видеоинтерфейсов являются



технологии беспроводной передачи видеосигнала от компьютера к монитору или телевизору. Так, компания Intel на основе технологии беспроводных сетей Wi-Fi спецификации IEEE-802.11n разработала стандарт **WiDi**. Аналогичный стандарт разработала и компания AMD под наименованием **ViVu**. Эти стандарты являются проприетарными – т.е. закрытыми для широкого применения. Существует также технология **WHDI** (Wireless Home Digital Interface) – цифровой стандарт беспроводной передачи видеопотока. Основным разработчиком стандарта и аппаратуры – фирма Amimon (Израиль). Трансляция в системе WHDI ведётся на частоте 5 ГГц со скоростью 3 Гбит/с. Передатчики WHDI имеют радиус действия до 30 м и позволяют передавать видеоданные в формате Full HD и многоканальный аудиопоток. Однако несмотря на очевидные преимущества беспроводная передача видеосигнала ещё не получила широкого распространения.

Бытовые плоскпанельные телевизоры могут легко подключаться к ПК как мониторы, поскольку все они оснащены стандартными интерфейсами VGA, DVI, HDMI, DisplayPort в каком-либо сочетании, позволяющими непосредственно подключать их к видеоадаптерам без промежуточных преобразований сигнала, как это было ранее.

### 3. ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Образцы мониторов из учебной лаборатории, фотографии мониторов, специальная учебная и справочная литература, Интернет-ресурсы по аппаратному обеспечению ЭВМ, программные средства просмотра файлов в формате PDF и DJVU.

### 4. ЗАДАНИЕ НА РАБОТУ

Задание на лабораторную работу выдается каждому студенту в индивидуальном порядке. Оно содержит наименование компьютерного монитора (или телевизора, в котором имеется интерфейс для подключения к видеоадаптеру компьютера), для которого следует составить подробное техническое описание. Преподаватель может предоставить студенту для изучения монитора его натурный образец либо фотографию в бумажном или электронном виде.

### 5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

xvii. Ознакомиться с теоретическими положениями лабораторной работы, изучить классификацию и структурно-функциональную организацию компьютерных мониторов. Ответить на контрольные вопросы.

xviii. Получить у преподавателя индивидуальное задание.

xix. Составить письменное подробное техническое описание монитора. Изучить интерфейсы сопряжения видеоадаптеров с мониторами (дисплеями) микро-ЭВМ и ПК. Описание изучаемого устройства должно сопровождаться необходимыми схемами, рисунками, графиками, диаграммами, фотографиями.

xx. Подключить исследуемый монитор к компьютеру. С помощью соответствующей диагностической программы (например, Monitor Asset Manager компании EnTech Taiwan) просмотреть содержимое таблицы параметров монитора EDID. Полученную информацию также использовать при составлении технического описания монитора.

xxi. Оформить отчет о проделанной работе.

xxii. Защитить отчет перед преподавателем с демонстрацией навыков определения основных параметров видеоаппаратуры микро-ЭВМ и ПК.

Отчет по лабораторной работе выполняется на листах писчей бумаги формата А4. По согласованию с преподавателем отчет может быть оформлен в ученической тетради. Страницы отчета должны быть пронумерованы. Отчет должен содержать:

1. титульный лист, выполненный по общепринятому образцу;
2. текст индивидуального задания;

3. подробное техническое описание изучаемого устройства;
4. библиографический список использованных источников информации, выполненный по ГОСТ 7.1-84.

## 6. ПРИМЕР ОПИСАНИЯ МОНИТОРА

Исследуемый жидкокристаллический монитор фирмы Philips модели **170B5** был изготовлен в марте 2004 г. на заводе в г. Сомбатхей (Венгрия). Типоразмер монитора – 17 дюймов. Монитор оснащен ЖК-матрицей типа **TN+Film** с люминесцентной подсветкой. Экран монитора имеет антибликовое матовое покрытие. Изучаемый монитор относится к категории мультимедийных, поскольку он оснащён стереофонической аудиосистемой, подключаемой к звуковому адаптеру компьютера.

Данный монитор имеет следующие технические характеристики:

- разрешающая способность матрицы – 1280×1024 пикселя (SXGA);
- формат изображения – 4:3;
- размер изображения – 338×270 мм;
- шаг пикселей изображения – 0,264×0,264 мм;
- номинальная яркость изображения – 250 кд/м<sup>2</sup>;
- номинальная контрастность изображения – 450:1;
- количество отображаемых цветов – 16 М (2<sup>24</sup>);
- угол обзора по горизонтали – 160°;
- угол обзора по вертикали – 140°;
- номинальное время отклика – 16 мс;
- диапазон частот горизонтальной развёртки – 30-82 кГц;
- диапазон частот кадровой развёртки – 56-76 Гц;
- полоса пропускания видеосигнала – 108 МГц;
- максимальный режим отображения – 1280×1024×75 Гц;
- интерфейсные разъёмы – VGA, DVI-D;
- звуковая подсистема – 2 динамические головки по 2 Вт выходной мощности;
- разъём линейного входа звука – Ø3,5 мм;
- разъём подключения головных телефонов – Ø3,5 мм;
- диапазон регулирования наклона экрана – от -5° до +25°;
- диапазон регулирования поворота экрана относительно вертикальной оси – ±125°;
- диапазон регулирования положения экрана по высоте – 70 мм;
- номинальное энергопотребление в активном режиме – 33 Вт;
- номинальное энергопотребление в спящем режиме – не более 1 Вт;
- тип сетевого блока питания – встроенный;
- диапазон питающего напряжения – 100 – 240 В;
- диапазон потребляемого тока – 1,2 – 0,6 А;
- номинальная наработка на отказ – 50 000 час;
- габаритные размеры (ширина – высота – глубина) – 375×372×210 мм;
- масса – 5,4 кг;
- диапазон эксплуатационных температур – от +5 до +40°C;
- диапазон относительной влажности окружающего воздуха при эксплуатации – от 20% до 80%.

Монитор поддерживает следующие видеорежимы, параметры которых занесены в таблицу EDID:

1. 640×480×60 Гц;
2. 640×480×67 Гц;
3. 640×480×72 Гц;

4. 640×480×75 Гц;
5. 720×400×70 Гц;
6. 800×600×56 Гц;
7. 800×600×60 Гц;
8. 800×600×72 Гц;
9. 800×600×75 Гц;
10. 832×624×75 Гц;
11. 1024×768×60 Гц;
12. 1024×768×72 Гц;
13. 1024×768×75 Гц;
14. 1152×864×70 Гц;
15. 1152×864×75 Гц;
16. 1152×870×75 Гц;
17. 1280×960×60 Гц;
18. 1280×1024×60 Гц;
19. 1280×1024×75 Гц.

Монитор поддерживает фирменную технологию Zero Bright Dot™, которая гарантирует отсутствие дефектов типа "битый пиксель". Поддерживается также стандарт sRGB, который обеспечивает соответствие цветов на экране и распечатками, получаемым на принтерах.

В части энергоэффективности монитор соответствует стандартам Energy Star и VESA DPMS. Светодиодный индикатор на лицевой панели монитора имеет два режима работы: активный режим монитора – индикатор светится зелёным цветом, неактивный режим – индикатор светится жёлтым светом.

Монитор оснащен приспособлением для замка Кенсингтона с целью предупреждения хищения устройства с рабочего места. На обратной стороне монитора в соответствии со стандартом VESA выполнены четыре резьбовых отверстия, расположенные по сторонам квадрата с размерами 100×100 мм, с помощью которым монитор может быть установлен на кронштейне. Там же размещены два разъёма для подключения линейного выхода аудиоадаптера компьютера и головных стереонаушников. При подключении стереонаушников встроенная аудиосистема монитора отключается.

На лицевой панели монитора расположены следующие элементы управления монитором:

- кнопка включения/выключения монитора;
- светодиодный индикатор состояния монитора;
- кнопка активации экранного меню;
- две кнопки управления яркостью экрана и перемещением курсора экранного меню по вертикали;
- две кнопки управления громкостью встроенной аудиосистемы перемещением курсора экранного меню по горизонтали;
- кнопка "Auto" для ручной активации автоматического центрирования изображения (данная функция доступна только при подключении монитора к видеоадаптеру по интерфейсу VGA, при подключении монитора по интерфейсу DVI центрирование изображения осуществляется полностью автоматически).

Эргономические параметры и параметры безопасности монитора соответствуют рекомендациям, требованиям и стандартам таких организаций как IEC, CE, FCC, NUTEK, TCO'03, TUV.

Указанные аббревиатуры принадлежат следующим международным и национальным организациям. IEC – Международная электротехническая комиссия (МЭК). CE (Communaute Europeene) – техническая комиссия Европейского союза. FCC (Federal Communications Commission) – федеральная комиссия Канады по коммуникациям. NUTEK – Шведская национальная комиссия по промышленному и техническому развитию, которая повсеместно

признана как основатель стандартов по энергосбережению. ТСО – Шведская конфедерация профессиональных рабочих, является шведским национальным законодательным органом в области ввода стандартов по электрическим и магнитным помехам, излучаемым компьютерной техникой. TUV – стандарт эргономики ФРГ. Стандарты, разрабатываемые перечисленными организациями, соблюдаются многими мировыми производителями радиоэлектронного и компьютерного оборудования.

## 7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

98. Какие устройства образуют видеосистему микро-ЭВМ или ПК?
99. Какими параметрами характеризуется изображение, выводимое на монитор компьютера?
100. Что означает понятие "пиксел"?
101. Что означает понятие "формат изображения"?
102. Каким образом формируется растровое изображение?
103. Каково принципиальное устройство кинескопного монитора?
104. Какими техническими параметрами характеризуются кинескопные мониторы?
105. Какими достоинствами и недостатками обладают кинескопные мониторы?
106. Каково принципиальное устройство монитора на жидких кристаллах?
107. Какие существуют разновидности дисплеев на жидких кристаллах?
108. Какими техническими параметрами характеризуются монитор на жидких кристаллах?
109. Какими достоинствами и недостатками обладают дисплеи и мониторы на жидких кристаллах?
110. Каково принципиальное устройство плазменного дисплея?
111. Какими достоинствами и недостатками обладают плазменные дисплеи и мониторы?
112. Каково принципиальное устройство светодиодного дисплея?
113. Какими достоинствами и недостатками обладают светодиодные дисплеи и мониторы?
114. В каких основных режимах могут работать компьютерные мониторы?
115. Чем принципиально различаются текстовый и графический режимы работы видеосистемы компьютера?
116. Какие интерфейсы применяются в видеоадаптерах для подключения мониторов?
117. Что означают понятия "композитный монитор", "цифровой монитор", аналоговый монитор"?
118. Что означает понятие "мультимедийный монитор"?
119. Назначение разъёма VGA монитора?
120. Каково назначение интерфейсов DVI-D и DVI-I?
121. В чём состоит сходство и различие интерфейсов HDMI и DisplayPort?
122. Каким образом к видеоадаптеру компьютера в качестве монитора может быть подключён бытовой телевизор?
123. Каким образом осуществляется управление энергопотреблением монитором со стороны видеоадаптера?
124. Каким образом осуществляется обмен информацией между видеоадаптером и монитором?
125. Что означают аббревиатуры DPMS, DDC, EDID?
126. Какие эргономические требования и требования безопасности предъявляются к компьютерным мониторам?
127. Какие международные и национальные организации работают в области стандартизации видеоаппаратуры?

## 8. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

### 8.1. Основная литература

31. Асмаков С.В., Пахомов С.О. Железо 2010. КомпьютерПресс рекомендует. – СПб.: Питер, 2010. – 416 с.
32. Гук М. Аппаратные средства IBM PC: Энциклопедия. – 3-е изд. – М.и др.: Питер, 2006. – 923 с.
33. Колесниченко О.В., Шишигин И.В. Аппаратные средства PC. 5-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 1152 с.
34. Колесниченко О.В. Аппаратные средства PC. / Колесниченко О.В., И.В. Шишигин, В.Г. Соломенчук. 6-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 800 с.
35. Максимов Н.В., Партыка Т.Л., Попов И.И. Технические средства информатизации: учебник. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013. – 592 с.
36. Мураховский В.И. Железо ПК. Новые возможности. – СПб.: Питер, 2005. – 592 с.
37. Мюллер С. Ремонт и модернизация ПК. 19-е изд. Пер. с англ. – М.: ООО "И.Д. Вильямс", 2011. – 1072 с.
38. Попов С.Н. Аппаратные средства мультимедиа. Видеосистема PC / Под ред. О.В. Колесниченко, И.В. Шишигина. – СПб.: БХВ-Петербург; Арлит, 2000. – 400 с.
39. Токарев В.Л. Аппаратные средства вычислительной техники: учеб. пособие для вузов. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2005. – 470 с.
40. Mueller Scott M. Upgrading and Repairing PC's. 22<sup>nd</sup> edition. – QUE Publishing, 2015. – 1428 p.

### 8.2. Периодические издания

16. "Компьютер-Пресс" [электронный ресурс]: ежемесячный компьютерный журнал. – ISSN 0868-6157. <http://compress.ru>.
17. "Мир ПК": ежемесячный журнал для пользователей персональных компьютеров. – ISSN 0235-3520. <http://www.osp.ru/pcworld/>.
18. "Hard'n'Soft" [электронный ресурс]: популярный ежемесячный журнал для увлеченных компьютерной техникой. – ISSN . <http://www.hardnsoft.ru/>.
19. "PC Magazine" / Russian Edition (на русском языке): ежемесячный компьютерный журнал. – ISSN 0869-4257. <http://www.pcmag.ru/>.
20. "Upgrade": еженедельный компьютерный журнал. – ISSN 1680-4694. <http://upweek.ru/>.

### 8.3. Интернет-ресурсы

14. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru>.
15. Интернет-Университет информационных технологий [www.intuit.ru](http://www.intuit.ru).
16. Интернет-ресурсы по аппаратному и программному обеспечению вычислительной техники: [www.ferra.ru](http://www.ferra.ru), [www.ixbt.com](http://www.ixbt.com), [www.3dnews.ru](http://www.3dnews.ru), [www.overclockers.ru](http://www.overclockers.ru), [www.notebookcheck.ru](http://www.notebookcheck.ru), [www.thg.ru](http://www.thg.ru), [www.hardwareluxx.ru](http://www.hardwareluxx.ru), [www.3dnews.ru](http://www.3dnews.ru).
17. Интернет-ресурсы производителей видеоконтроллеров, микросхем видеопамати и видеоадаптеров микро-ЭВМ и ПК.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

### УСТРОЙСТВА ВНЕШНЕЙ ПАМЯТИ МИКРО-ЭВМ И ПК

#### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Изучение устройств долговременного хранения информации для микро-ЭВМ и персональных компьютеров (ПК) с целью приобретения умений и навыков проектирования и эксплуатации вычислительных систем для средств автоматизации и управления.

#### 2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

##### 2.1 Накопители на гибких магнитных дисках

Устройства, или приводы, для гибких магнитных дисков (*Floppy Disk Drive, FDD*) являются одновременно и старейшими, и устаревшими периферийными устройствами внешней памяти для микро-ЭВМ и ПК. В русскоязычной литературе использовалась также аббревиатура НГМД – накопитель на гибких магнитных дисках. Гибкие магнитные диски (ГМД), или дискеты (*diskette*), массово использовались в информатике в 1970-1990 гг., придя на смену перфокартам и магнитным лентам. Дискеты служили и как средство архивной памяти, и как способ переноса информации между удалёнными компьютерами. В то время зародилось понятие **флоппинет** – неформальный термин, обозначающий использование сменных носителей информации (в первую очередь, дискет – флоппи-дисков, от которых и получил своё название) для переноса файлов между компьютерами. Суффикс "-нет" в ироничной форме сравнивает такой способ передачи информации с подобием компьютерной сети в то время, когда использование "настоящей" компьютерной сети по каким-либо причинам невозможно.

В качестве носителя информации в IBM-совместимых компьютерах чаще всего применялись гибкие магнитные диски формата 5,25 (5¼) и 3,5 (3½) дюймов. Гибкие магнитные диски очень широко применялись и в компьютерах других производителей: Apple, Dell, HP, ZX-Spectrum и др. В конце 1990 гг. века дискеты постепенно начали вытесняться более ёмкими перезаписываемыми оптическими дисками CD и DWD, а с начала XXI века они окончательно были заменены более удобными и гораздо более надёжными флэш-накопителями.

История создания устройств внешней памяти для микро-ЭВМ и ПК связана с именем одного из наиболее плодотворных разработчиков технологий магнитных накопителей американского инженера Алана Шугарта (1930-2006 гг.), который в 1967 г. возглавил исследовательскую группу лаборатории компании IBM в г. Сан-Хосе (Калифорния, США). Дэвид Нобль, один из старших инженеров, работающих под руководством Шугарта, предложил гибкий диск с защитным кожухом с тканевой прокладкой. Первый гибкий магнитный диск был разработан в 1968 г., имел диаметр 8 дюймов (203 мм, 1 дюйм равен 25,4 мм) и размещался в защитном чехле с тканевой прокладкой. Ёмкость такого диска составляла 160 Кбайт. С 1971 г. компании IBM, Memorex, Shugart Association, Burroughs Corporation и другие начали промышленное производство дискет и приводов для них. В 1976 г. компания Shugart Association, основателем которой 1973 г. стал Алан Шугарт, представила дискету формата 5,25" с диаметром магнитного диска 133 мм. Дискета формата 3,5" с магнитным диском диаметром 89 мм и первоначальной ёмкостью 720 Кбайт была разработана компанией Sony и в 1981 г. Дискеты формата 3,5" и соответствующие им устройства в 1984 гг. впервые были применены в компьютерах Hewlett-Packard HP-150 и Apple Macintosh. Дискета 3,5" была представлена компанией IBM 1987 г. как стандартное устройство в ПК семейства PS/2. В 1991 г. были представлены разработанные в 1980-х гг. фирмой Toshiba дисководы сверхвысокой плотности, носителем для которых служила дискета ёмкостью 2880 килобайт.

Гибкие магнитные диски форматов 8, 5,25 и 3,5 дюймов получили наибольшее распространение в информатике, гибкие магнитные диски иных типоразмеров и конструкций не стали столь популярными.

Конструктивно дискета формата 8" представляет собой диск из полимерных материалов с магнитным покрытием, заключённый в гибкий пластиковый футляр. В футляре имеются отверстия: большое круглое в центре – для шпинделя приводного устройства; маленькое круглое – окно индексного отверстия, позволяющего определить начало дорожки; прямоугольное с закруглёнными концами – для доступа магнитных головок дисководов к магнитной поверхности диска. На футляре дискеты также располагается вырез, предназначенный для аппаратной защиты диска от записи – запись на диск невозможна, если вырез открыт. Форматы дискеты различаются количеством секторов на дорожке. В зависимости от формата, дискеты 8" вмещают следующие объёмы информации 80, 256, 800 и 1000 Кбайт.

Дискета формата 5,25" имеет круглый пластиковый диск диаметром 133 мм. Диск размещён в футляре размером 134×144. Конструкция пятидюймовой дискеты мало отличается от восьмидюймовой: присутствуют окна для магнитных головок и индексного отверстия, имеется и прорезь для защиты дискеты от записи. Но метод защиты данных был пересмотрен – заклеенный означает защиту диска от записи. Для лучшей сохранности диска его футляр сделан более жёстким, укреплённым по периметру. Для предотвращения преждевременного износа между футляром и диском размещается антифрикционная прокладка, а края приводного отверстия укреплены жёстким пластиковым или металлическим кольцом (рис. 7.1).

Существовали гибкие магнитные диски с жёсткой разбивкой на сектора: они отличались наличием нескольких индексных отверстий по количеству секторов. Но в дальнейшем от такой схемы отказались.

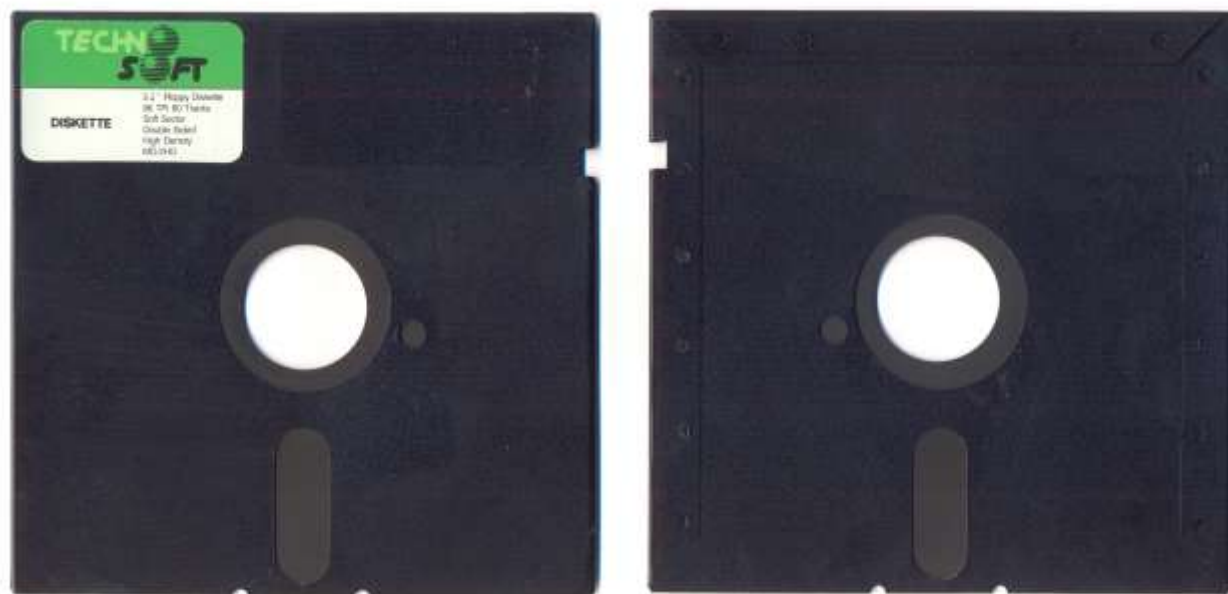


Рисунок 7.1 – Внешний вид дискеты 5,25 дюймов

Как дискеты, так и дисководы пятидюймовых дисков существуют одно- и двусторонние. При использовании одностороннего дисководов считать вторую сторону, просто перевернув дискету, не удаётся из-за расположения окна индексного отверстия – для этого требуется наличие аналогичного окна, расположенного симметрично существующему окну.

Информация о содержимом дискеты указывается на этикетке, обычно располагающейся на лицевой стороне в части, противоположной отверстию для магнитной головки дисковод. Для хранения и транспортировки дискет обычно использовались бумажные конверты. На конвертах размещалась различная информация о производителе дискеты либо её наполнении. На обратной стороне конверта часто размещалась информация по правильному использованию и хранению дискеты.

Принципиальным отличием дискеты 3,5" является жёсткий пластмассовый корпус (рис. 7.2). Вместо индексного отверстия в этих дискетах используется металлическая втулка с установочным отверстием, которая находится в центре дискеты. Механизм дисковод захватывает металлическую втулку, а отверстие в ней позволяет правильно позиционировать дискету, поэтому отпала необходимость делать для этого отверстие непосредственно в магнитном диске. В отличие от дискет 8" и 5,25", окно для головок дискеты 3,5" закрыто сдвижной металлической шторкой, которая открывается при установке её в дисковод. Защита от записи выполнена сдвигающейся шторкой в нижнем левом углу. Снизу справа находятся окошки, позволяющие схеме дисковод по количеству отверстий определить плотность записи на дискету: нет отверстия – 720 Кбайт, одно отверстие – 1440 Кбайт, два отверстия – 2880 Кбайт.



Рисунок 7.2 – Внешний вид дискеты 3,5 дюймов

Форматы записи данных на дискеты в IBM PC различались размером диска, количеством секторов на дорожке, количеством используемых сторон (SS – Single Side – обозначает одностороннюю дискету, DS – Double Side – двухстороннюю), а также типом дисковод по параметру плотность записываемой информации:

- SD (Single Density) – одинарная плотность записи информации;
- DD (Double Density) – двойная плотность записи информации;
- QD (Quadruple Density) – учетверённая плотность, данный формат использовался в отечественных клонах IBM PC XT/AT в дискетах ёмкостью 720 и 640 Кбайт;
- HD (High Density) – высокая плотность, отличался от формата QD повышенным количеством секторов на магнитной дорожке;
- ED (Extra High Density) – сверхвысокая плотность, отличался от формата HD удвоенным количеством секторов на магнитной дорожке.

Таблица 7.1 Рабочие плотности дисководов и ёмкости дискет в килобайтах

Параметр магнитного покрытия	Дискеты 5¼"	Дискеты 3½"
------------------------------	-------------	-------------



	DD	QD	HD	DD	HD	ED
Основа магнитного слоя	Fe	Fe	Co	Co	Co	Ba
Коэрцитивная сила, Э	300	300	600	600	720	750
Толщина магнитного слоя, микродюйм	100	100	50	70	40	100
Ширина дорожки, мм	0,300		0,155	0,115	0,115	0,115
Плотность дорожек на дюйм	48	96	96	135	135	135
Линейная плотность	5876	5876	9646	8717	17434	34868
Ёмкость после форматирования	360	720	1200	720	1440	2880

Таблица 7.2 Стандартные форматы дискет, используемых в IBM PC и совместимых ПК

Диаметр диска, дюймы	5¼					3½		
Ёмкость диска, Кбайт	1200	360	320	180	160	2 880	1 440	720
Количество сторон (головок)	2	2	2	1	1	2	2	2
Количество дорожек на каждой стороне	80	40	40	40	40	80	80	80
Количество секторов на дорожке	15	9	8	9	8	36	18	9
Размер сектора, байт	512							
Количество секторов в кластере	1	2	2	1	1	2	1	2
Длина FAT (в секторах)	7	2	1	2	1	9	9	3
Количество FAT	2	2	2	2	2	2	2	2
Длина корневого каталога в секторах	14	7	7	4	4	15	14	7
Максимальное количество элементов в корневом каталоге	224	112	112	64	64	240	224	112
Общее количество секторов на диске	2400	720	640	360	320	5 760	2 880	1 440
Количество доступных секторов	2371	708	630	351	313	5 726	2 847	1 426
Количество доступных кластеров	2371	354	315	351	313	2 863	2 847	713

Первой (точнее, нулевой) является нижняя головка. В односторонних дисководы фактически используется только нижняя головка, а верхняя заменяется войлочной прокладкой. При этом на односторонних дисководах можно было использовать двухсторонние дискеты, отформатировав каждую сторону отдельно и переворачивая её при необходимости, но чтобы этой возможностью воспользоваться, в пластиковом конверте 8-дюймовой дискеты требовалось прорезать второе индексное окно, симметрично первому.

Отметим, что стандартный размер сектора дискеты был выбран 512 байт, хотя контроллер дискетного накопителя в IBM PC предусматривал работу с секторами размером 128, 256, 512 и 1024 байт.

Все дисководы гибких магнитных дисков имеют рабочую скорость вращения шпинделя  $300 \text{ мин}^{-1}$ , за исключением дисковода для гибких дисков 5,25" типа HD, шпиндель которого вращается со скоростью  $360 \text{ мин}^{-1}$ .

Достаточно частой модификацией формата дискет 3,5" является их форматирование на 1200 Мбайт с уменьшением количества секторов с 18 до 15. Такая возможность часто предусматривалась в BIOS системных плат компьютеров. Такое использование дискет 3,5" было характерно для Японии и ЮАР.

Компьютеры DEC, Apple, ZX-Spectrum и другие в отличие от ПК IBM использовали собственные форматы для гибких магнитных дисков, поэтому, несмотря на использование идентичных дискет, перенос информации между компьютерами разных архитектур с помощью дискет не был возможен.

Специальные драйверы-расширители базовой системы вывода ПК (BIOS) (800, pu\_1700, vformat и ряд других) позволяли форматировать дискеты с произвольным числом дорожек и секторов. Поскольку дисководы обычно поддерживали от одной до четырёх

дополнительных дорожек, а также позволяли, в зависимости от конструкционных особенностей, отформатировать на 1—4 сектора на дорожке больше, чем положено по стандарту, эти драйверы обеспечивали появление таких нестандартных форматов, как 800 КБ (80 дорожек, 10 секторов), 840 КБ (84 дорожки, 10 секторов) и т. д. Максимальная ёмкость, устойчиво достигавшаяся таким методом на 3½" HD-дисководах, составляла 1700 КБ. Эта техника была впоследствии использована в форматах дискет DMF Майкрософт, расширившим ёмкость дискет до 1,68 МБ за счёт форматирования дискет на 21 сектор (например, в дистрибутивах Windows 95), аналогично формату XDF фирмы IBM, который использовался в дистрибутивах OS/2.

Одной из главных проблем, связанных с использованием дискет, является их недолговечность. Магнитный диск может относительно легко размагнититься от воздействия металлических намагниченных поверхностей, природных магнитов, электромагнитных полей вблизи высокочастотных приборов, что делает хранение информации на дискетах достаточно ненадёжным: даже однократная перевозка дискеты с информацией в общественном транспорте на электрическом ходу (троллейбус, трамвай, метрополитен, электропоезд) может привести к потере информации на дискете.

Наиболее уязвимым элементом конструкции дискеты является жестяной или пластиковый кожух, закрывающий собственно гибкий диск: его края могут отгибаться, что приводит к застреванию дискеты в дисковом, возвращающая кожух в исходное положение пружина может смещаться, в результате кожух дискеты отделяется от корпуса и больше не возвращается в исходное положение. Сам пластиковый корпус дискеты не служит достаточной защитой гибкого диска от механических повреждений (например, при падении дискеты на пол), которые выводят магнитный носитель из строя. В щели между корпусом дискеты и кожухом может проникать пыль.

По состоянию на 2016 г. массовое использование дискет практически прекращено, дискеты 3,5" 1440 Кбайт ещё выпускаются фирмами Verbatim, TDK, EMTEC, Imation. В настоящее время абсолютное большинство выпускающихся системных плат для настольных персональных компьютеров вообще не содержат разъёма для подключения дисководов. Из ноутбуков встроенные флоппи-дисководы полностью исчезли в середине 2000-х годов.

В настоящее время дискеты продолжают использоваться в устаревшем промышленном, измерительном, медицинском, музыкальном оборудовании. Для подобных применений существуют аппаратные эмуляторы дисководов, позволяющие заменить дискеты картами памяти и USB-накопителями.

В случае отсутствия дисководов, подключаемых в соответствующий интерфейсный разъём на системной плате, можно воспользоваться внешним устройством, имеющим USB интерфейс.

Несмотря на многие недостатки — чувствительность к магнитным полям, недостаточную уже к середине 90-х годов ёмкость, низкую надёжность хранения данных дискеты 3,5" продержались в информатике около 30 лет, начав сдавать позиции лишь после появления доступных по цене накопителей на основе флэш-памяти.

Архитектура ПК типа IBM PC и PC/XT предусматривала подключение до четырёх приводов для дискет формата 5,25". В компьютерах типа PC/AT и PS/2 количество поддерживаемых дискетных приводов сократили до двух. Впоследствии производители системных плат стали предусматривать поддержку только одного привода формата 3,5", полностью отказавшись от поддержки приводов формата 5,25". С начала XXI века происходит постепенный отказ пользователей от дискет вследствие их малой ёмкости и низкой надёжности в эксплуатации. Одновременно с этим разработчики операционных систем для микро-ЭВМ и ПК постепенно отказываются от поддержки дискетных накопителей.

Чаще всего применялись приводы для гибких магнитных дисков, встраиваемые в корпуса системных блоков микро-ЭВМ и ПК. Впоследствии были созданы внешние приводы для гибких магнитных дисков, подключаемых к компьютеру с помощью интерфейса USB.

Конструктивно приводы для гибких дисков содержат в своём корпусе следующие основные элементы:

- электродвигатель вращения гибкого магнитного диска;
- две магнитные головки, установленные на подвижной каретке;
- шаговый электродвигатель перемещения магнитных головок;
- печатная плата с системой управления;
- 34-контактный разъём интерфейса с контроллером системной платы компьютера;
- 4-контактный разъём электропитания (+5 и +12 В).

Двигатель вращения магнитного диска включается только тогда, когда в привод установлена дискета. Скорость вращения диска во время работы постоянна и составляет  $360 \text{ мин}^{-1}$  для приводов формата 5,25" и  $300 \text{ мин}^{-1}$  для приводов формата 3,5".

Дискетные приводы оснащаются двумя комбинированными магнитными головками (для записи и воспроизведения данных каждая), которые располагаются над рабочими магнитными поверхностями диска. Магнитные головки во время записи и воспроизведения контактируют с поверхностью магнитного диска. Поскольку все современные дискеты имеют две рабочие поверхности, то одна магнитная головка предназначена для верхней поверхности магнитного диска, а другая – для его нижней поверхности.

Одновременное позиционирование обеих магнитных головок относительно магнитных дорожек осуществляется шаговым электродвигателем.

Информация на гибкие магнитные диски заносится путём изменения намагниченности её магнитного слоя. Изменения направления магнитного поля кодируют логические состояния "0" и "1". В результате вращения магнитного диска и дискретного перемещения магнитных головок на рабочей поверхности диска образуются концентричные намагниченные поверхности – дорожки или треки (*tracks*). Нормальное рабочее расположение дискетного привода в системном блоке компьютера – горизонтальное (плата электроники находится снизу) или вертикальное ("на боку").

В табл. 7.3 приведены основные технические параметры приводов для дискет.

Таблица 7.3 Технические параметры приводов гибких магнитных дисков

Параметры	Тип устройства			
	3,5" DD	3,5 HD	5,25" DD	5,25 HD
Ширина, мм	101,6	101,6	146	146
Высота, мм	25,4	25,4	41	41
Длина, мм	150	150	203	203
Неформатированная ёмкость диска, Мбайт	1	2	1	2
Форматированная ёмкость диска, Кбайт	720	1440	360/720	1200
Скорость вращения диска, $\text{мин}^{-1}$	300	300	300	360
Количество дорожек на каждой рабочей поверхности диска	80	80	40	80
Количество магнитных дорожек на дюйм	135	135	48	96
Скорость передачи данных, Кбайт/с	250	500	250	500
Время позиционирования магнитной головки, мс	94	94	67	91
Время позиционирования магнитной головки между соседними дорожками, мс	6	3	4	3
Среднее время доступа к данным, мс	175	100	250	200
Время безотказной работы, ч	10 000	12 000	12 000	12 000

В представленной таблице аббревиатуры **DD** (*Double Density*) и **HD** (*High Density*) обозначают соответственно удвоенную и высокую плотности записи информации. Первые образцы дискет имели обозначения **SD** – *Single Density*. Для ранних моделей ноутбуков применялись дисководы формата 3,5" толщиной 19,5 мм.

На всех приводах имеются два разъёма для подключения к системной плате компьютера. Информационный разъём предназначен для подключения 34-проводным плоским кабелем. Разъём электропитания имеет 4 контакта и предназначен для подключения к блоку питания компьютера. По проводу красного цвета подаётся напряжение +5 В, по жёлтому проводу – +12 В, остальные два провода чёрного цвета соединяются с корпусом компьютера. Разъём питания для приводов 5,25" и 3,5" различаются: приводы 5,25" оснащаются универсальным разъёмом типа Molex, а приводы 3,5" имеют специальный малогабаритный разъём. И информационный разъём, и разъём питания оснащены ориентирующими элементами для правильного подключения кабелей.

На рис. 7.3 показана схема подключения двух приводов гибких магнитных дисков с помощью универсального информационного кабеля.

Информационный кабель может иметь от двух до пяти разъёмов. Один разъём предназначен для подключения к контроллеру системной платы компьютера. Остальные разъёмы предназначены для подключения кабеля к приводам. Разъём приводов 5,25" и 3,5" различаются устройством и размерами (разъём привода 5,25" больше). Провод с номером 1 имеет цветную маркировку с целью правильного подключения кабеля к контроллеру и приводам. Кабель, предусматривающий одновременное подключение двух приводов А: и В: имеет характерный внешний вид, обусловленный перекрутом проводов 10-16 с целью аппаратной идентификации приводов и правильного управления ими.

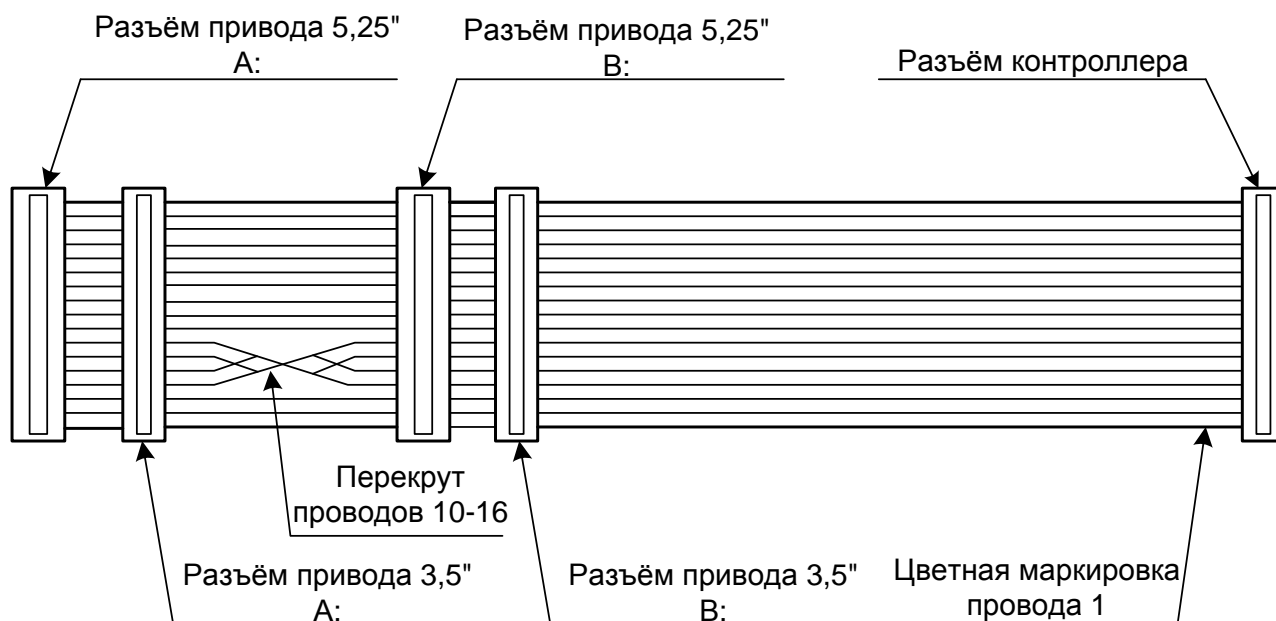


Рисунок 7.3 – Схема информационного кабеля для подключения приводов гибких магнитных дисков

Альтернативная технология – Iomega Zip, представляющая семейство накопителей на гибких магнитных дисках, имеющие большую ёмкость. Разработаны компанией Iomega в конце 1994 г. Изначально имели ёмкость около 100 Мбайт, в поздних версиях она была увеличена до 250 и 750 Мбайт. Формат Zip так и не получил такого же статуса, как обычные 3,5-дюймовые дискеты и практически не используется с начала-середины 2000-х годов.

Диск ZIP-100 имел ёмкостью 96 Мбайт, скорость передачи данных – около 1 Мбайт/с. Внешний привод имел интерфейс LPT или SCSI. Внутренние приводы ZIP имели интерфейс PATA или SCSI. Диск ZIP-250 имел ёмкость около 239 МБ. Диск ZIP-750 имел ёмкость около 750 Мбайт, внешний привод имел интерфейс USB 2.0 или FireWire. Привод мог читать и писать диски 750 и 250 Мбайт, диски 100 Мбайт поддерживались в режиме только чтения.

Существовали также приводы и дискеты типа LS-120...

## 2.2 Накопители на жёстких магнитных дисках

*Накопители на жёстких магнитных дисках* (НЖМД, HDD – Hard Disk Drive) являются основными устройствами оперативной внешней памяти ПК и микроЭВМ. При этом НЖМД часто называются "винчестерскими" накопителями или просто "винчестерами". Связь между компьютерным устройством и названием оружия возникла из-за совпадения калибра популярного охотничьего ружья Винчестера и некоторых параметров одной из ранних моделей дискового накопителя фирмы IBM. Основная масса НЖМД подключается к компьютерам с помощью интерфейса SATA и SAS; количество эксплуатируемых накопителей с некогда популярными интерфейсами PATA и SCSI неуклонно сокращается.

Практически все IBM-совместимые ПК и микроЭВМ имеют, как правило, один-два накопителя на жёстких магнитных дисках. Ещё недавно компьютеры имели также один или два накопителя на гибких магнитных дисках (НГМД) и один-два накопителя для оптических дисков (НОД, ODD – Optical Disk Drive). Было нормой встраивать практически во все стационарные и мобильные компьютеры накопители на оптических дисках. Накопители на магнитной ленте (НМЛ) в IBM-совместимых ПК и микроЭВМ недавно вышли из употребления в связи с их низкими потребительскими свойствами.

К 2010 г. гибкие магнитные диски (дискеты) практически полностью вышли из употребления. В 2012 г. компания Apple приняла решение полностью отказаться в своих новых компьютерах от накопителей на магнитных дисках и оптических дисков. Быстро сокращается количество эксплуатируемых приводов оптических дисков, несмотря на разработку дисков Blu-Ray ёмкостью 50 Гбайт и более. Основными устройствами внешней архивной памяти стали внешние жёсткие диски с интерфейсом USB, твердотельные накопители – карты памяти типа SD и флэш-диски с интерфейсом USB. Серьёзными конкурентами "винчестерских" накопителей также являются твердотельные накопители SSD (Solid State Device) с интерфейсами SATA, mSATA, M.2 и U.2. Если жёсткие магнитные диски характеризуются высокими объёмами хранимой информации (до 10 Тбайт и более для устройств типоразмера 3,5 дюйма, до 5 Тбайт для устройств типоразмера 2,5 дюйма), то преимуществами SSD являются высокие скорости передачи информации (до 500 Мбайт/с и более), малые размеры и масса, низкое энергопотребление. В настоящее время парк компьютеров различного назначения, оснащённых только твердотельными накопителями, стремительно растёт, несмотря на всё ещё высокую себестоимость хранения информации и относительно низкий технический ресурс запоминающих ячеек. Многие компьютеры оснащаются двумя накопителями, из которых твердотельный является системным и предназначен для размещения файлов операционной системы и служебных программ, а накопитель на магнитных дисках – для хранения пользовательских данных.

И дисковые, и твердотельные накопители с целью унификации процедур управления моделируются операционной системой в соответствии со схемой, представленной на рис. 7.4.

В процессе работы магнитный диск приводится во вращение от электродвигателя М1. Информация на любой магнитный диск записывается вдоль концентрических окружностей, называемых *дорожками* (tracks). Дорожки нумеруются от нуля, начиная с наибольшего радиуса. Дорожки с одинаковыми номерами на различных поверхностях диска (в общем случае – пакета дисков) образуют *цилиндр* (cylinder). Доступ к магнитным дорожкам, принадлежащим одному цилиндру, осуществляется без перемещения магнитных головок. Для перемещения магнитных головок предназначен шаговый электродвигатель М2. При этом дискета или компакт-диск вращаются только тогда, когда с них считываются или записываются какие-либо данные. Магнитные диски в НЖМД вращаются непрерывно в процессе работы компьютера (частота вращения дисков в накопителях массовых серий – 5400 или 7200 мин<sup>-1</sup>, в серверных накопителях – 10000-15000 мин<sup>-1</sup>).

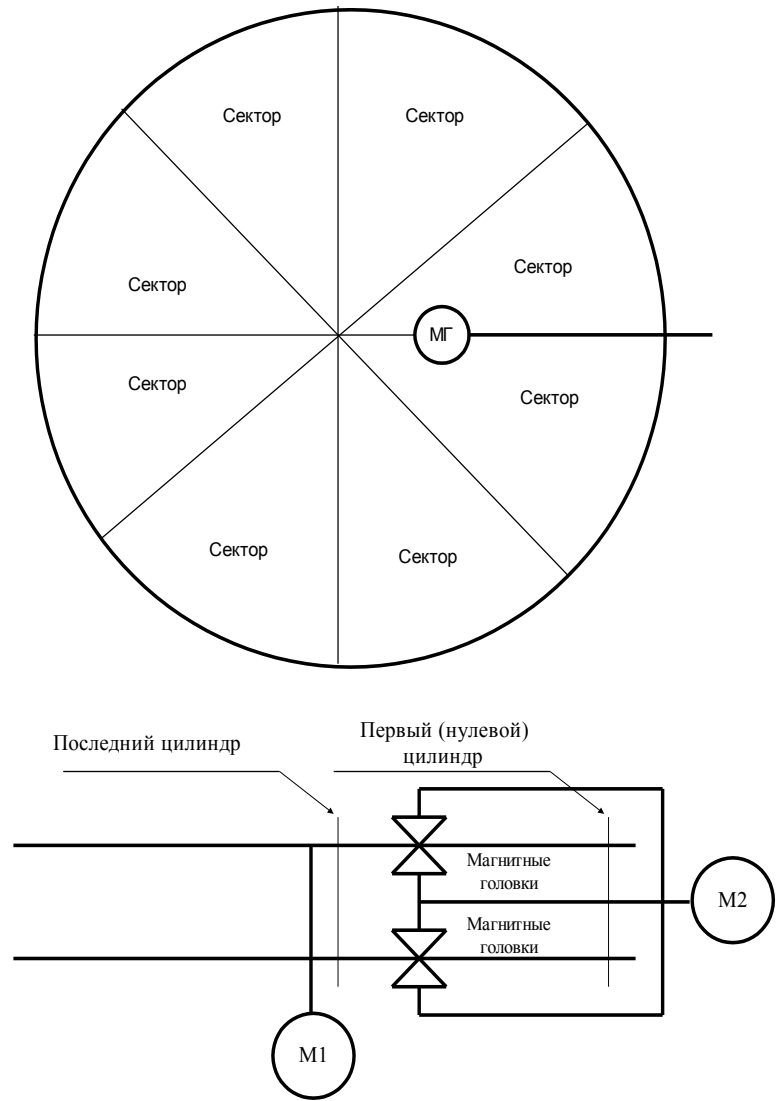


Рисунок 7.4 – Схема дискового накопителя

Каждая дорожка магнитного диска разбивается на определенное количество участков, называемых *секторами* (sector). Сектор хранит порцию информации, которая может быть считана с диска или записана на него за один прием (обмен данными с магнитным диском осуществляется только целыми секторами). Информационная ёмкость сектора магнитного диска в IBM-совместимых компьютерах составляет 512 байт, но в накопителях большой ёмкости (свыше 500 Гбайт) ёмкость сектора уже составляет 4096 байт.

Количество цилиндров, число дорожек в цилиндре, а также количество секторов на дорожке определяют *формат магнитного диска*. Зная формат магнитного диска, достаточно просто определить его ёмкость. Решить обратную задачу – по одной лишь ёмкости определить формат диска – не удастся, так как диски одной и той же ёмкости могут иметь разный формат.

Формат жёсткого диска в "винчестерском" накопителе задается его конструкцией и изменению не подлежит. При этом на одном *физическом накопителе* может быть сформировано несколько *логических накопителей*, суммарная ёмкость которых не может превышать ёмкости физического накопителя. В табл. 7.4 в качестве примера приведены форматы некоторых дисковых накопителей различной ёмкости.

Таблица 7.4 – Примеры форматов НЖМД

Ёмкость накопителя,	Количество	Количество секторов	Количество
---------------------	------------	---------------------	------------

Мбайт	цилиндров	на дорожке	магнитных головок
41	820	17	6
116	762	39	8
504	1024	63	16
2437	4960	63	16
19623	19885	63	16
120197	244209	63	16
953870	1938021	63	16

В микрокомпьютерах обычно применяются "винчестерские" накопители формата 3,5 и 5,25 дюймов, а также 2,5 и 1,8 дюймов (в мобильных компьютерах). Они устанавливаются в монтажные отсеки системного блока. На крышке корпуса накопителя обычно указываются основные технические параметры устройства. "Винчестерские" накопители характеризуются следующим набором технических характеристик:

1) габаритные размеры накопителя. Они обычно характеризуются так называемым форм-фактором. Форм-фактор указывает на горизонтальный и вертикальный размеры накопителя. Горизонтальный размер определяется диаметром магнитного диска, который может быть одним из следующих значений: 5,25; 3,5; 2,5; 1,8 дюйма (действительный размер корпуса накопителя чуть больше). Вертикальный размер обычно характеризуется такими параметрами, как Full-Height (FH), Half-Height (HH), Third-Height (Low-Profile, LP). Накопители "полной высоты" имеют вертикальный размер более 3,25 дюйма (82,5 мм), "половинной высоты" – 1,63 дюйма (41,25 мм), "низкопрофильные" – около 1 дюйма (25,4 мм);

2) фирма-изготовитель, модель накопителя. Крупными изготовителями "винчестеров" в настоящее время являются фирмы Western Digital, Seagate, Toshiba, Hitachi (бывшее производство IBM), Fujitsu (накопители с интерфейсом SCSI и накопители для портативных компьютеров). В старых компьютерах ещё работают дисковые накопители фирм CDC, Conner, Kalok, Kyocera, Micropolis, Miniscribe, NEC, Quantum, Priam, Rodime, TEAC, Maxtor, Samsung и других производителей;

3) номинальная емкость накопителя, Мбайт или Гбайт;

4) физические параметры накопителя (количество магнитных дисков, магнитных головок);

5) частота вращения магнитных дисков (типичные значения 3600, 4200, 5400, 7200, 10000, 15000 мин<sup>-1</sup>);

6) логические параметры накопителя (количество цилиндров, магнитных головок, секторов на магнитной дорожке);

7) тип интерфейса (ST512/406, ESDI, Parallel-ATA, Serial-ATA, SCSI, USB, FireWire, Wi-Fi);

8) емкость буферной памяти (типичные значения 512 Кбайт, 2, 8, 16, 32, 64, 128 и 256 Мбайт).;

9) параметры энергопотребления;

10) параметры быстродействия (среднее время позиционирования магнитных головок в миллисекундах, средняя скорость передачи данных в Мбайт/с и др.);

11) параметры надежности (гарантированное количество циклов включения-выключения, наработка на отказ и др.).

Соединение накопителя с интерфейсом Parallel-ATA (PATA) осуществляется плоским 40- или 80-проводным кабелем. Максимальная длина такого кабеля не должна превышать 18 дюймов (примерно 45 см). К одному кабелю подключается не более двух накопителей, которые идентифицируются как Master (ведущий) и Slave (ведомый). Малогабаритные накопители формата 2,5" с интерфейсом PATA используют 44-проводный плоский кабель, который содержит линии подвода питающего напряжения.

Накопители с интерфейсом SCSI соединяются с контроллером с помощью 50- или 68-проводного плоского кабеля. К одному контроллеру SCSI может быть подключено до семи устройств.

Накопители с интерфейсом Serial-ATA (SATA) соединяются с контроллером посредством 7-проводного кабеля длиной не более 1 м.

Устаревшие накопители с интерфейсами ST406/512 и ESDI работают совместно с платой контроллера, который устанавливается в интерфейсный разъем системной платы. К плате контроллера может быть подключено два накопителя. Для подключения накопителей используются два типа плоских кабелей: общий (магистральный) 34-контактный кабель для передачи сигналов управления и индивидуальные 20-контактный кабели для передачи данных. Некоторые контроллеры типа ST406/512 и ESDI предусматривали также подключение дискетных приводов.

Электрическое питание на накопители подается чрез 4-контактный разъем Molex, через который на устройство поступают напряжения +5 В и +12 В. Для накопителей с интерфейсом SATA был разработан специальный разъем питания, через который на устройство подаются напряжения +3,3 В, +5 В и +12 В. С целью совместимости с блоками питания ранние модели накопителей с интерфейсом SATA имеют два разъема питания различного типа.

## 2.3 Накопители на оптических дисках

Компакт-диск (**Compact Disc, CD**) – это оптический носитель информации в виде диска с отверстием в центре, информация с которого считывается с помощью луча лазера. На поверхности диска нанесена спиральная дорожка, микроскопические участки которой по-разному отражают направленный на них лазерный луч. Изначально компакт-диск был создан в 1979 г. для цифрового хранения звуковой информации, однако в настоящее время он используется как устройство хранения данных широкого назначения.

На оптические диски первого поколения типа **CD-ROM** запись информации осуществлялась однократно в заводских условиях. Впоследствии были созданы устройства и носители типа **CD-R** с возможностью однократной записи данных пользователем. Для изготовления таких дисков используется материал, который изменяет свое состояние под воздействием лазерного излучения записывающей головки. Далее были созданы носители типа **CD-RW**, предусматривающие многократную запись и перезапись информации.

Опираясь на технологию CD в середине 1990-х гг. был создан новый оптический диск, ориентированный на хранение видеоинформации – **DVD (Digital Video Disk** – цифровой видеодиск). Диски типа **DVD-ROM** записывались в заводских условиях. Чуть позднее были созданы диски и устройства типа **DVD-R** и **DVD-RW** с возможностью однократной и многократной записи данных соответственно. Позже, когда стало ясно, что DVD-носитель подходит и для хранения произвольной информации, аббревиатуру DVD стали расшифровывать как **Digital Versatile Disc** (цифровой многоцелевой диск).

Поскольку видеозаписи отличаются от звукозаписей большим объемом, то DVD по сравнению с CD имеет увеличенную емкость. При условии сохранения размеров диска, это обстоятельство потребовало повышения плотности записи. Для достижения высокой плотности записи был применен лазер с меньшей длиной волны излучения (650 нм против 780 нм для CD), что позволило уменьшить расстояние между витками дорожки, размер элементов дорожки и расстояние между ними. Другим способом увеличения емкости DVD стало изготовление двухсторонних, двухслойных и двухсторонних двухслойных дисков.

Дальнейшим развитием оптических дисков стала технология **HD DVD (High Definition DVD** – DVD высокой чёткости). Эта технология записи также использует оптические диски стандартного диаметра (120 мм) и синий лазер с длиной волны 405 нм. Первые диски и приводы нового формата были анонсированы в марте 2006 г. Однослойный



HD DVD имеет емкость 15 Гбайт, двухслойный – 30 Гбайт. Однако в 2008 г. поддержка технологии HD DVD прекратилась ввиду ее бесперспективности.

**Blu-ray Disc** (сокращенно **BD**, *blue ray* – голубой луч и *disc* – диск) — это следующее поколение формата оптических дисков, предназначенных для записи и хранения цифровых данных, включая видеoinформацию высокой чёткости с повышенной плотностью записи информации. Спецификация BD предусматривает диски емкостью в среднем 25 Гбайт на один слой и 100 Гбайт на четыре слоя. Форматы HD DVD и BD обратно совместимы с DVD и оба используют одни и те же способы сжатия видеoinформации. Продажи дисков и приводов BD начались в 2006 г.

Стандарт Blu-ray также как стандарты **CD** и **DVD** предусматривает диски диаметром 120 и 80 мм типов **BD-ROM**, **BD-R** (записываемые) и **BD-RE** (перезаписываемые). Однослойный диск Blu-ray диаметром 120 мм может хранить до 33 Гбайт информации – этого объёма достаточно для записи примерно четырёх часов видеoinформации высокой чёткости (HDTV) со звуком. Двухслойный BD того же диаметра может вместить до 54 Гбайт информации, что достаточно для записи на него порядка восьми часов видеофильма высокой четкости. Объем 80-мм BD-дисков составляет 7,5 Гбайт для однослойного исполнения и 15 Гбайт для двухслойного варианта. Впоследствии были выпущены четырёхслойные диски типа **BD-XL**, информационная ёмкость которых достигает 128 Гбайт.

### 2.3.1 Устройство оптического диска

Под общим термином "оптический диск" подразумевается несколько видов носителей. Некоторые из них (диски типа CD-R, DVD-R, DVD+R, которые часто называют "болванками") дают пользователю возможность однократной записи, другие (диски типа CD-RW, DVD-RW, DVD+RW) позволяют многократно записывать новую информацию поверх старой. Диски отличаются также размерами, количеством рабочих слоев, плотностью записи информации, максимальной скоростью записи и воспроизведения информации, но при этом базовые принципы их устройства неизменны.

Компакт-диски обычно имеют диаметр 120 или 80 мм. Основа диска изготавливается из поликарбоната толщиной 1,2 мм, покрытого тончайшим слоем алюминия (ранее использовалось золото) с защитным слоем из лака, на котором обычно наносится графическое представление содержания диска (этикетка). В центре диска расположено отверстие диаметром 15 мм.

На поликарбонатную основу диска наносятся рабочие слои: информационный (в дисках с возможностью многократной записи он помещен между термоизоляционными слоями) и отражающий. Чтобы предохранить рабочие слои от механических повреждений и воздействия окружающей среды, сверху наносится защитный слой, поверх которого, как правило, наносится еще один – декоративный, предназначенный для художественного оформления и маркировки диска (рис. 7.5).

Поверхность информационного слоя оптического диска представляет собой спиральную дорожку из последовательно расположенных выступов и промежутков, называемых *питами* (от англ. *pit*), отражающих и не отражающих свет. Установленный в головке записи и чтения накопителя (привода) миниатюрный полупроводниковый лазер, освещает эти участки (мощность излучения при этом составляет порядка 0,5 ... 1 мВт), а фотоприемник (фотодетектор) преобразует наличие или отсутствие отраженного луча в последовательность цифровых данных: нулей и единиц.

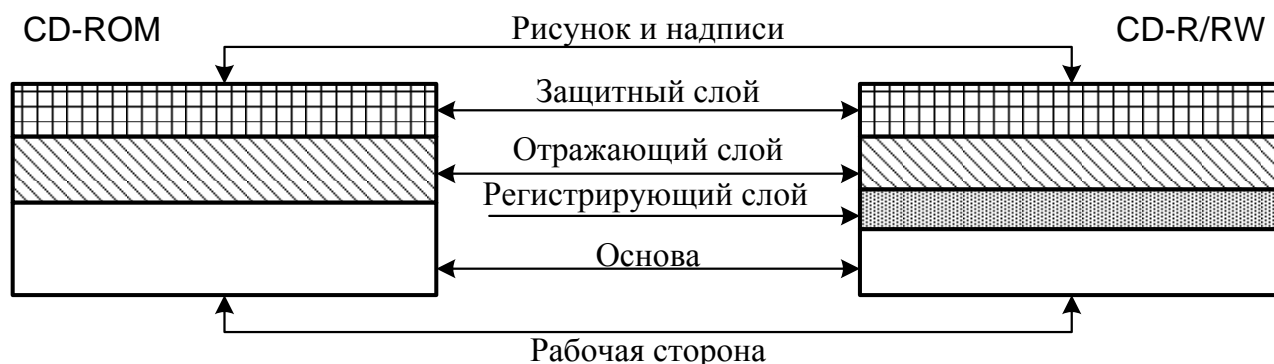


Рисунок 7.5 – Компакт-диск в разрезе

Компакт-диски типа CD-ROM, DVD-ROM и BD-ROM изготавливаются (тиражируются) методом инжекционного литья (литья под давлением) на заводах с использованием стеклянной матрицы с вытравленным на ней рисунком дорожек.

Записываемые и перезаписываемые компакт-диски типа R и RW соответственно имеют между основой и отражающим слоем регистрирующий слой. Он может изменять свою прозрачность под воздействием высокой температуры. При записи на диски типа R или RW применяются специальные записывающие приводы. Лазерная головка такого привода генерирует луч более высокой мощности (8 ... 16 мВт), который нагревает участки информационного слоя, в результате чего они изменяют свойства, темнеют и перестают отражать луч.

Материал информационного слоя перезаписываемого диска, в зависимости от температуры, до которой его разогревает луч лазера, может многократно переходить между кристаллическим и аморфным состояниями, характеризующимися разными коэффициентами отражения. Количество циклов перезаписи может достигать нескольких тысяч. В качестве материала для регистрирующего слоя используют сложные органические соединения, например цианин и фталоцианин. Для отражающего слоя в дисках типа R и RW используются сложные металлические сплавы, тогда как в более простых дисках типа ROM применяется более дешевый алюминий. Несмотря на это отражающий слой в дисках типа R и RW характеризуется более низким коэффициентом отражения, чем диски типа ROM.

Двухслойные диски типа DVD DL (Double Layer) представляют собой комбинацию из двух однослойных дисков. Чтобы обеспечить фокусировку лазера на втором слое, первый отражающий слой делается полупрозрачным. Его отражающая способность ниже, поэтому он имеет несколько меньшую емкость. Двусторонний диск можно представить, как два односторонних, "склеенных" отражающими слоями.

Несмотря на достаточно толстую основу и наличие защитного слоя, оптические диски чувствительны к внешним воздействиям. Чтобы обеспечить надежность и долговечность, следует соблюдать некоторые правила: избегать попадания дисков в агрессивные химические среды, не подвергать их механическим нагрузкам, беречь от царапин и высоких температур, избегать попадания прямых солнечных лучей.

### 2.3.2. Типы оптических дисков

Для записи информации на компакт-диски были разработаны следующие форматы:

- **CD-Audio**, или **Red Book**, исторически первый формат записи звуковой информации;
- **CD-DA** (Digital Audio) или **Yellow Book**, наиболее распространенный формат для компьютерных компакт-дисков. Задан стандартом ISO-9660, позволяют хранить текстовые, графические и звуковые данные;
- **PhotoCD**, позволяющий хранить черно-белые и цветные фотографии, поддерживает запись на компакт-диск в несколько сеансов;

- **CD-ROM/XA** или **Green Book**, формат совместимый с форматом CD-DA, позволяет чередовать на компакт-диске блоки разнородной информации (изображение, звук, иные данные). Этот формат предусматривает сжатие звуковой информации, что позволяет хранить на одном диске несколько часов аудиоинформации вместо обычных 74 минут. Формат поддерживает также запись на компакт-диск в несколько сеансов;

- **White Book**, определяет основные параметры VideoCD – компакт-диска, на котором можно хранить 72 минуты видеофильма вместе со стереозвуком. Хранение информации на таком компакт-диске осуществляется в сжатом виде;

- **Orange Book**, определяет параметры записи на однократно записываемые и перезаписываемые компакт-диски типа CD-R и CD-RW.

**CD-ROM** – "Compact Disc-Read Only Memory – это исторически первый вариант оптического диска, предназначенного только для воспроизведения информации, нанесенной на него в процессе производства. Используется для массового тиражирования компьютерных программ и данных, видео- и звукозаписей.

**CD-R** – "Compact Disc-Recordable" – диск с возможностью однократной записи. Во многих аспектах диски CD-R аналогичны носителям CD-ROM, но имеют принципиальное отличие – пользователь может самостоятельно записать на них информацию. При этом диски типа CD-R допускают заполнение своего информационного объема за несколько сеансов записи.

**CD-RW** – "Compact Disc ReWritable" – диск с возможностью многократной записи, уничтожения и перезаписи данных. В первом приближении диски этого вида можно сравнить с магнитными дискетами.

Емкость CD диаметром 120 мм в зависимости от радиуса спиральной дорожки составляет 650 ... 800 Мбайт, мини-диска диаметром 80 мм – 140 ... 210 Мбайт. Поскольку изначально компакт-диски предназначались для звукозаписи, их емкость часто указывают в минутах (по аналогии с аудиокассетами). Емкость обычного компакт-диска (650 Мбайт) соответствует 74 минутам, а компакт-диска 700 Мбайт – 80 минут.

В силу особенностей производства записываемых дисков, реальная емкость диска всегда несколько больше документированной. Некоторые устройства и программы записи позволяют задействовать эту дополнительную емкость (режим записи типа *Overburn*), но следует помнить, что совместимость с другими устройствами и сохранность данных при этом не гарантированы.

Для DVD-дисков округленное значение их емкости используется в обозначении дисков:

**DVD-1** – односторонний однослойный диск емкостью 1,36 Гбайт;

**DVD-2** – односторонний двухслойный диск емкостью 2,48 Гбайт;

**DVD-3** – двухсторонний однослойный диск емкостью 2,72 Гбайт;

**DVD-4** – двухсторонний двухслойный диск емкостью 4,95 Гбайт.

Диаметр всех перечисленных дисков – 80 мм, а область их применения – мобильные устройства (например, видеокамеры). В стационарных накопителях чаще используются диски диаметром 120 мм:

**DVD-5** – односторонний однослойный диск емкостью 4,7 Гбайт;

**DVD-9** – односторонний двухслойный диск емкостью 8,5 Гбайт;

**DVD-10** – двухсторонний однослойный диск емкостью 9,4 Гбайт;

**DVD-18** – двухсторонний двухслойный диск емкостью 17 Гбайт.

Аналогично CD, диски DVD могут быть предназначены только для чтения, для однократной или многократной записи.

**DVD-ROM** – "Digital Versatile Disk – Read Only Memory" – предназначен только для воспроизведения информации, нанесенной на него в процессе производства. По технологии изготовления DVD-ROM различаются диски с видеозаписями (DVD-Video), звукозаписями (DVD-Audio), компьютерными программами и данными, которые обычно и называют термином DVD-ROM.

**DVD-RAM** ("Digital Versatile Disk – Random Access Memory") – диск, обеспечивающий доступ к произвольному участку дорожки, за счет чего существенно ускоряются операции чтения и записи. DVD-RAM – это первый формат DVD, обеспечивающий многократную запись, но в настоящее время его популярность невысока. Главным образом, это объясняется высокой ценой и ограниченной совместимостью с компьютерными приводами и бытовыми проигрывателями DVD. Емкость дисков DVD-RAM составляет 4,7 Гбайт (односторонний диск) или 9,4 Гбайт (двухсторонний диск). Чтобы защитить диски от внешних воздействий, их заключают в специальные сменные или несменные картриджи (так называемые диски "первого типа" – **DVD-RAM I**). Диски "второго типа" (**DVD-RAM II**) картриджами не имеют. На использование носителей DVD-RAM опирается стандарт DVD-VR, предназначенный для бытовой видеоаппаратуры и позволяющий записывать видео в реальном времени, а также редактировать записи.

**DVD-R** – "Digital Versatile Disk – Recordable" – диск с возможностью однократной записи данных. Диски этого типа совместимы с большинством бытовых проигрывателей и компьютерных DVD-приводов. Спецификация DVD-R содержит две части:

**DVD-R(A)** – "Digital Versatile Disk – Recordable (Authoring)" – диск, предназначенный для профессионального оборудования. Используется в подготовке образцовых дисков ("мастер-дисков") для последующего тиражирования по технологии DVD-ROM;

**DVD-R(G)** – "Digital Versatile Disk – Recordable (General)" – диск для широкого потребителя (обычно именно такие диски понимают под термином DVD-R). Носитель совместим с большинством устройств, имеет невысокую стоимость. Поддерживает защиту от копирования.

**DVD-RW** – "Digital Versatile Disk – ReWritable" – носитель с возможностью многократной записи данных. Совместим с большим количеством бытовых проигрывателей и компьютерных DVD-приводов. Количество циклов перезаписи – до 1000. Диски этого типа необходимо форматировать перед использованием, а чтобы диск мог быть прочитан на бытовом проигрывателе, после записи выполняется процедура "финализации", которая предполагает невозможность дальнейшей записи на диск.

Технологии DVD-R и DVD-RW, часто называемые "минусовыми", разработаны компанией Pioneer.

**DVD+RW** – "Digital Versatile Disk+ReWritable" – более поздняя разработка носителя с многократной записью. Имеет совместимость с бытовыми проигрывателями и компьютерными устройствами DVD, а также несколько особенностей, выгодно отличающих его от формата DVD-RW:

- возможность выборочной записи содержимого диска, т.е. можно удалять или перезаписывать произвольный участок записи, не затрагивая остальную часть диска;

- улучшенный контроль ошибок чтения;
- механизм коррекции ошибок при записи;
- возможность форматирования носителей в фоновом режиме;
- более высокую скорость записи;
- отсутствие этапа "финализации" диска.

**DVD+R** – "Digital Versatile Disk+Recordable" – диск с однократной записью данных, основанный на технологиях DVD+RW. Диски DVD+R также имеют совместимость с бытовыми проигрывателями и компьютерными накопителями.

**BD-R** – "Blu-ray Disk-Recordable" – диск с однократной записью данных;

**BD-RE** – "Blu-ray Disk-Recordable/Erasable" – диск с многократной записью данных.

Записываемые диски характеризуются максимальной скоростью записи на них информации. Так, для современных дисков типа CD-R этот параметр составляет 52х, для дисков CD-RW – 32х, для однослойных дисков DVD±R – 16х, для однослойных DVD±RW – 8х, для двухслойных DVD±R – 4х. Скорость 1х для дисков и приводов CD соответствует скорости передачи данных 150 Кбайт/с, а для дисков и приводов DVD скорость 1х соответствует скорости передачи данных 1380 Кбайт/с.

### 2.3.3. Технические параметры приводов оптических дисков

Приводы для работы с оптическими дисками типа CD/DVD/BR характеризуются следующими основными техническими характеристиками:

1) *конструктивное исполнение привода* по отношению к системному блоку компьютера: внутреннее или внешнее. Приводы внутреннего типа предназначены для установки в монтажные отсеки корпуса компьютера. Приводы внешнего исполнения предполагают использование вне корпуса компьютера;

2) *тип привода*. Существуют следующие типы приводов CD/DVD/BR:

– CD-ROM – могут только читать компакт-диски;

– DVD-ROM – могут только читать диски CD-ROM и DVD-ROM (некоторые устройства могут также читать диски DVD-RAM);

– CD-RW – могут читать диски типа CD-ROM и записывать диски типа CD-R и CD-RW;

– Combo (DVD-ROM/CD-RW) – эти приводы могут читать диски типа CD-ROM и DVD-ROM, а также записывать диски типа CD-R и CD-RW;

– DVD-RW – это наиболее универсальные устройства, которые позволяют читать диски типа CD-ROM и DVD-ROM и записывать диски типа CD-R, CD-RW, DVD-R/+R и DVD-RW/+RW (некоторые приводы способны также работать с дисками типа DVD-RAM);

– Combo BD/DVD – эти приводы могут читать диски типа BD-ROM, а также читать и записывать диски типа CD-R, CD-RW, DVD-R, DVD-RW;

– HD DVD и BD – такие приводы способны читать диски типа CD-ROM, DVD-ROM, HD DVD-ROM, BD-ROM и в зависимости от своей конструкции – записывать диски типа CD-R, CD-RW, DVD-R/+R, DVD-RW/+RW, DVD-RAM, HD DVD-R/RW, BD-R, BD-RE;

3) *габаритные размеры накопителя*. Они также характеризуются с помощью форм-фактора. Форм-фактор встраиваемого привода компакт-дисков обычно описывается параметрами 5,25" (ширина привода) и HH (высота привода, Half Height – половинная высота, 41 мм). Внешние приводы и приводы для мобильных компьютеров более тонкие – они имеют высоту 12,7 или 9,5 мм;

4) *фирма изготовитель, модель накопителя*. Крупными разработчиками и изготовителями приводов CD/DVD/BD в настоящее время являются фирмы Acer, BenQ, Lite-On, LG Electronics, Mitsumi, NEC, Mathuthita (Panasonic), Philips, Plextor, Pioneer, Ricoh, Sony, TEAC, TSST (Toshiba-Samsung), Optiarc (NEC-Sony);

5) *способ загрузки диска в привод*. Загрузка диска производится с помощью сменной кассеты или выдвижной панели (лотка). Выдвижной лоток позволяет оперировать с дисками различного диаметра. Некоторые модели приводов предусматривают целевой способ загрузки дисков, однако в этом случае привод допускает работу только с дисками одного диаметра;

6) *скоростная формула привода*. Данный параметр обозначает относительные скорости воспроизведения и записи информации. Например, для привода типа CD-RW скоростная формула 32/16/48 означает следующее: данный привод может записывать диски типа CD-R с максимальной скоростью 32х, записывать диски типа CD-RW с максимальной скоростью 16х и читать диски типа CD-ROM с максимальной скоростью 48х;

7) *тип интерфейса* сопряжения привода с системной платой компьютера или контроллером. Для внутренних приводов применяются интерфейсы ATAPI, Serial-ATA, SCSI, для внешних приводов – USB, e-SATA, FireWire (IEEE-1394), LPT;

8) *емкость внутренней (буферной) памяти*. Типичные значения буферной памяти – 128, 256 и 512 Кбайт, 2, 4 и 8 Мбайт. Наиболее высокими объемами буферной памяти характеризуются приводы типа DVD-RW и BD-R;

9) *параметры энергопотребления* (потребляемые токи, мощность). Как правило, приводы для настольных ПК имеют питающие напряжения +5 и +12 В, приводы типа Slim питаются напряжением +5 В;

10) *параметры быстродействия* (среднее время позиционирования оптической головки в миллисекундах, средняя скорость передачи данных в Мбайт/с и др.);

11) *параметры надежности* (гарантированное количество циклов включения-выключения, наработка на отказ и др.);

12) *специальные возможности привода*, предусмотренные стандартами или фирмой-изготовителем: наличие аналогового и цифрового выходов аудиоинформации, регулятора уровня аудиосигнала, защиты от опустошения буферной памяти для записывающего привода, поддержка технологии *LightScribe*, *LabelFlash* и др.

*LightScribe* – технология, позволяющая получать изображение на обратной поверхности специально подготовленных компакт-дисков с помощью приводов, поддерживающих данную технологию. Технология разработана компаниями Hewlett-Packard и Lite-On в 2005 году.

*Labelflash* – технология, позволяющая наносить свои рисунки на записываемые диски DVD и BD, была представлена фирмой NEC в 2005 г. Эта технология подобна *LightScribe*, но не совместима с ней. Рисунок может наноситься как на рабочую поверхность диска, так и на обратную. В первом случае теряется часть полезной емкости диска, для второго необходим диск со специальным покрытием.

## 2.4 Твердотельные накопители

Твердотельный накопитель (Solid-State Drive, SSD) – компьютерное немеханическое запоминающее устройство на основе микросхем памяти, которое пришло на смену накопителям на магнитных дисках. Интенсивное насыщение рынка накопителей SSD происходит после 2011 г. в связи с увеличением ёмкости, удешевлением стоимости и повышением надёжности микросхем памяти типа EEPROM.

Кроме микросхем памяти SSD содержит управляющий контроллер, а также микросхемы оперативной буферной памяти. Наиболее распространённый вид твердотельных накопителей использует для хранения информации флэш-память, однако существуют варианты накопителей, в которых массив памяти создаётся на базе DRAM-памяти, снабжённой дополнительным источником питания.

В настоящее время твердотельные накопители используются не только в компактных устройствах, но и всё шире и шире используются и в стационарных компьютерах для повышения их производительности.

По сравнению с традиционными жёсткими магнитными дисками (HDD), твердотельные накопители имеют меньший размер и вес и большую скорость передачи данных, но в несколько раз (5-7) большую стоимость за гигабайт и значительно меньшую износостойкость (ресурс записи). Однако с каждым годом технические параметры SSD улучшаются, в связи с чем твердотельными накопителями всё чаще оснащаются компьютеры-серверы.

Небольшие твердотельные накопители могут встраиваться в один корпус с магнитными жёсткими дисками, образуя гибридные жёсткие диски SSHD (Solid-State Hybrid Drive). Флэш-память в них может использоваться либо в качестве буферной кэш-памяти небольшого объёма (4-8 Гб), либо (реже) быть доступной как отдельный накопитель (Dual-Drive Hybrid Systems). Подобное объединение позволяет воспользоваться частью преимуществ флэш-памяти (быстрый произвольный доступ) при сохранении небольшой стоимости хранения больших объёмов данных.

Основным компонентом во флэш-памяти является МОП-транзистор (МОП – Металл-Оксид-Проводник) с плавающим затвором, который является разновидностью полевых транзисторов. Его отличие в том, что у него есть дополнительный затвор (плавающий),

расположенный между управляющим затвором и р-слоем. Плавающий затвор изолирован от канала транзистора, и хранимый в нём отрицательный заряд будет оставаться надолго.

В зависимости от конкретной технологии хранения информации микросхемы памяти, используемые в SSD, подразделяются на четыре группы: SLC, MLC, TLC, QLC.

Основные характеристики твердотельных накопителей:

наименьшее время доступа к данным: от 100 до 1000 раз быстрее, чем у механических дисков;

высокая скорость, вплоть до нескольких гигабайт в секунду для произвольно расположенных данных;

высокие значения IOPS благодаря высокой скорости и низкому времени доступа;

низкая цена производительности, лучшее соотношение цены к производительности среди всех устройств хранения;

высокая надёжность, SSD дают уровень сохранности данных такой же, как другие полупроводниковые устройства.

В отличие от жестких дисков, цена SSD очень сильно зависит от доступной емкости, это связано с ограниченной плотностью размещения ячеек памяти и ограничением размера кристалла в микросхеме.

Преимущества

Отсутствие движущихся частей, отсюда:

полное отсутствие шума;

высокая механическая стойкость (кратковременно выдерживают порядка 1500 g);

стабильность времени считывания файлов вне зависимости от их расположения или фрагментации;

скорость чтения/записи выше, чем у распространённых жёстких дисков, и в ряде операций может быть близка к пропускной способности интерфейсов (SAS/SATA II 300 МБ/с, SAS/SATA III 600 МБ/с). Твердотельные накопители могут реализовываться с более быстрыми интерфейсами: SATA III, PCI Express, NGFF (M.2, в вариантах с PCIe), SATA Express, NVMe Express (стандарт на подключение SSD по шинам PCI Express), U.2.

количество произвольных операций ввода-вывода в секунду (IOPS) у SSD на порядок выше, чем у жёстких дисков, за счёт возможности одновременного запуска множества операций и более низкой латентности каждой операции (нет необходимости ожидать оборота диска перед доступом, а также ожидать наведения головки диска на нужную дорожку);

низкое энергопотребление.

### 3. ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Образцы и фотографии устройств внешней памяти, специальная учебная и справочная литература, Интернет-ресурсы по аппаратному обеспечению ЭВМ, программные средства просмотра файлов в формате PDF и DJVU.

### 4. ЗАДАНИЕ НА РАБОТУ

Задание на лабораторную работу выдается каждому студенту в индивидуальном порядке. Оно содержит базовые технические параметры устройства долговременной памяти, для которого следует составить подробное техническое описание. Преподаватель может предоставить студенту для изучения устройства внешней памяти его натурный образец либо фотографию в бумажном или электронном виде.

## 5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

xxiii. Ознакомиться с теоретическими положениями лабораторной работы, изучить классификацию и функциональные возможности компьютерных устройств внешней памяти. Ответить на контрольные вопросы.

xxiv. Получить у преподавателя индивидуальное задание – базовые параметры периферийные устройства (тип накопителя, типоразмер, форм-фактор, ёмкость, интерфейс и др.).

xxv. Выполнить поиск периферийного устройства, соответствующего исходным данным.

xxvi. Составить письменное подробное техническое описание заданного устройства внешней памяти. Описание изучаемого устройства должно сопровождаться необходимыми схемами, рисунками, графиками, диаграммами, фотографиями.

xxvii. Оформить отчет о проделанной работе.

xxviii. Защитить отчет перед преподавателем с демонстрацией навыков определения основных параметров внешней памяти микро-ЭВМ и ПК.

При составлении технического описания периферийного устройства следует отразить следующие их свойства и параметры:

- модель устройства;
- габаритные размеры и масса устройства;
- информационная ёмкость устройства;
- интерфейс сопряжения устройства с системной платой или контроллером;
- особенности конструкции устройства (например, количество магнитных дисков, скорость вращения дисков, объём буферной памяти, тип микросхем памяти и др.);
- параметры производительности устройства в операциях чтения и записи данных;
- прочие свойства и возможности устройства внешней памяти.

Отчет по лабораторной работе выполняется на листах писчей бумаги формата А4. По согласованию с преподавателем отчет может быть оформлен в ученической тетради. Страницы отчета должны быть пронумерованы. Отчет должен содержать:

1. титульный лист, выполненный по общепринятому образцу;
2. текст индивидуального задания;
3. подробное техническое описание изучаемого устройства;
4. библиографический список использованных источников информации, выполненный по ГОСТ 7.1-84.

## 6. ПРИМЕР ОПИСАНИЯ УСТРОЙСТВА ВНЕШНЕЙ ПАМЯТИ

Накопитель на жестких магнитных дисках (НЖМД или "винчестерский накопитель") модели Maxtor 6Y080P0 производства фирмы Maxtor Corporation емкостью 76 Гбайт. Интерфейс накопителя с контроллером – Parallel ATA-133.

Дисковый накопитель 6Y080P0 входит в семейство накопителей DiamondMax Plus 9, которые появились в 2002 г. Накопители данного семейства содержат модели, в которых емкости дисков составляют 60 или 80 Гбайт. Для дисков с прошивкой ПЗУ YAR41VW0 плотность записи составляет 60 GB на пластину, для дисков с обозначением YAR41BW0 плотность записи зависит от объема диска – 80 Гбайт на один диск для моделей емкостью 80 и 160 Гбайт и 60 Гбайт на один диск – для 60 и 120-гигабайтных моделей. Емкость дисков семейства DiamondMax Plus 9 составляет 60, 80, 120, 160, 200, 250 Гбайт. Кодовое обозначение накопителя – 6Yxxxz0, где xxx – емкость, z — тип диска (L – «обычный» накопитель с двухмегабайтным буфером, P – накопитель с восьмимегабайтным буфером, M – накопитель с интерфейсом Serial ATA). Накопители с различным объемом буферной памяти различаются типами соответствующих микросхем ОЗУ.

Внешние виды изучаемого накопителя представлены ниже:

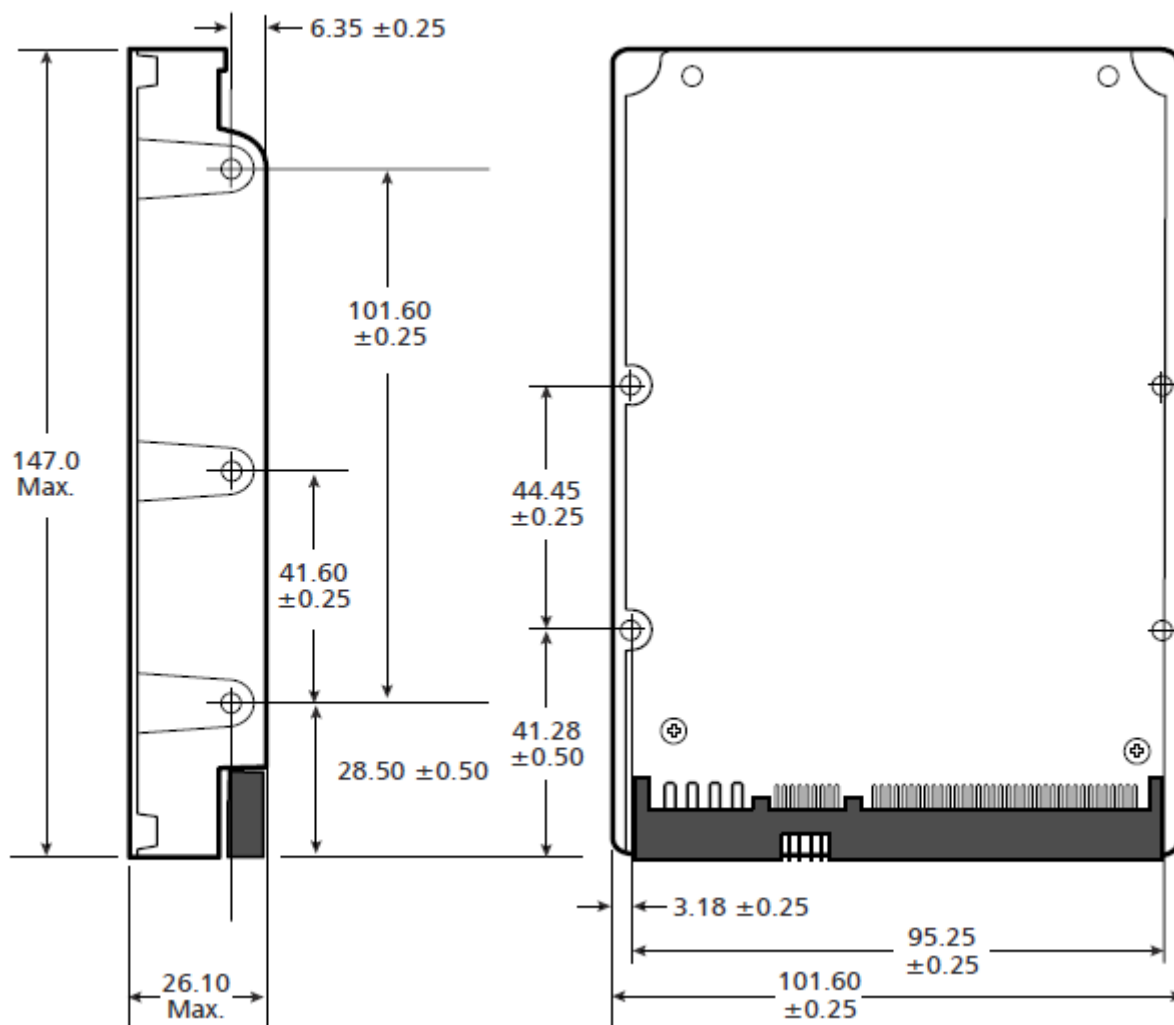




Изучаемый накопитель имеет следующие физические параметры:

- типоразмер накопителя – 3,5";
- количество магнитных дисков – 1;
- количество магнитных головок – 2;
- частота вращения магнитного диска – 7200 мин<sup>-1</sup>;
- полный объем буферной памяти – 8 Мбайт;
- максимальная скорость передачи информации – 133 Мбайт/с;
- неформатированная емкость – 78167 Мбайт;
- количество зон записи на сторону магнитного диска – 16;
- количество секторов на внутренней магнитной дорожке – 610;
- количество секторов на внутренней магнитной дорожке – 1102;
- максимальная плотность записи – 54,752 Гбит/кв. дюйм;
- время перемещения магнитной головки между соседними дорожками – 0,9 мс;
- среднее время поиска информации – не более 9,3 мс;
- максимальное время поиска информации – не более 20 мс;
- диапазон скорости передачи данных между носителем информации и интерфейсом – от 460 до 830 Мб/с;
- пиковая потребляемая мощность – 22,4 Вт;
- средняя потребляемая мощность – 8,3 Вт;
- потребляемая мощность в состоянии покоя – 7,1 Вт;
- потребляемая мощность в состоянии "сон" – 1,1 Вт;
- диапазон температур эксплуатации – от 0 до 55°C;
- диапазон температур хранения накопителя – от -40 до +71°C;
- количество циклов "старт-стоп" – не менее 50000;
- интенсивность отказов накопителя – 1 ошибка на 10<sup>15</sup> считанных байт;
- срок службы накопителя – 5 лет.

Габаритные размеры накопителя представлены на следующем рисунке:



Логические параметры этого накопителя:

- количество цилиндров 158816;
- количество магнитных головок – 16;
- количество секторов на дорожке – 63;
- общее количество секторов – 160086528 по 512 байт.

Данный накопитель оснащен системой самодиагностики SMART и поддерживает технологии управления энергопотреблением (Power Management), защиты информации (Security Mode), шумопонижения (Automatic Acoustic Management), отложенной записи (Write Cache).

Накопитель снабжен разъемом электропитания типа Molex, напряжения питания +5 В и +12 В.

Техническое описание и тестирование накопителя 6Y080P0 приведено на сайте IXBT: <https://www.ixbt.com/storage/maxtor-6y080p0.shtml>. Фирменная техническая документация (на английском языке) по накопителям семейства DiamondMax Plus 9 расположена по следующему адресу: [https://www.seagate.com/staticfiles/maxtor/en\\_us/documentation/manuals/diamondmax\\_plus\\_9\\_manual.pdf](https://www.seagate.com/staticfiles/maxtor/en_us/documentation/manuals/diamondmax_plus_9_manual.pdf).

## 7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

128. Какие устройства образуют подсистему долговременного хранения данных в микро-ЭВМ или ПК?

129. Что означают широко используемые англоязычные аббревиатуры FDD, HDD, ODD, SSD, SSHD?
130. Перечислите общие технические параметры для всех устройств внешней памяти.
131. Каково общее устройство накопителей на магнитных дисках?
132. Какими преимуществами обладают накопители на жёстких магнитных дисках?
133. Наиболее крупные производители накопителей на жёстких магнитных дисках?
134. Какими недостатками обладают накопители на жёстких магнитных дисках?
135. Каково устройство гибких магнитных дисков?
136. Перечислите специфические технические параметры гибких магнитных дисков.
137. Какие гибкие магнитные диски применялись в микро-ЭВМ и ПК?
138. Какие интерфейсы использовались для сопряжения приводов гибких магнитных дисков с системными платами ПК?
139. Перечислите специфические технические параметры накопителей на жёстких магнитных дисках.
140. Какие интерфейсы применяются для сопряжения приводов на жёстких магнитных дисках с системными платами и контроллерами ПК?
141. Каково назначение оптических дисков в современной информатике?
142. Какими свойствами различаются между собой диски типа CD, DVD, BR?
143. Перечислите достоинства оптических дисков?
144. Перечислите недостатки оптических дисков?
145. Перечислите специфические технические параметры приводов оптических дисков.
146. Какие интерфейсы применяются для сопряжения оптических приводов с системными платами и контроллерами ПК?
147. Наиболее крупные производители оптических дисков и накопителей на оптических дисках?
148. Каков принцип работы твердотельных накопителей?
149. Что означают термины SLC, MLC, TLC, 3D-NAND, QLC?
150. Перечислите достоинства твердотельных накопителей.
151. Перечислите недостатки твердотельных накопителей.
152. Какие интерфейсы используются для сопряжения твердотельных накопителей с системными платами микро-ЭВМ и ПК?
153. Перечислите основные технические параметры интерфейсов устройств внешней памяти: PATA, SATA, SCSI, SAS, U.2, M.2.
154. Что означают термины "внутренний привод" и "внешний привод"?
155. Чем различаются между собой внешние и внутренние устройства внешней памяти?
156. Каким образом осуществляется электропитание внутренних устройств внешней памяти?
157. Каким образом осуществляется электропитание внешних устройств долговременной памяти?

## 8. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

### 8.1. Основная литература

10. Асмаков С.В., Пахомов С.О. Железо 2010. КомпьютерПресс рекомендует. – СПб.: Питер, 2010. – 416 с.
11. Гук М. Аппаратные средства IBM PC: Энциклопедия. – 3-е изд. – М.и др.: Питер, 2006. – 923 с.
12. Колесниченко О.В., Шишигин И.В. Аппаратные средства PC. 5-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 1152 с.

13. Колесниченко О.В. Аппаратные средства РС. / Колесниченко О.В., И.В. Шишигин, В.Г. Соломенчук. 6-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 800 с.
14. Максимов Н.В., Партыка Т.Л., Попов И.И. Технические средства информатизации: учебник. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013. – 592 с.
15. Мураховский В.И. Железо ПК. Новые возможности. – СПб.: Питер, 2005. – 592 с.
16. Мюллер С. Ремонт и модернизация ПК. 19-е изд. Пер. с англ. – М.: ООО "И.Д. Вильямс", 2011. – 1072 с.
17. Попов С.Н. Аппаратные средства мультимедиа. Видеосистема РС / Под ред. О.В. Колесниченко, И.В. Шишигина. – СПб.: БХВ-Петербург; Арлит, 2000. – 400 с.
18. Токарев В.Л. Аппаратные средства вычислительной техники: учеб. пособие для вузов. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2005. – 470 с.
19. Mueller Scott M. Upgrading and Repairing PC's. 22<sup>nd</sup> edition. – QUE Publishing, 2015. – 1428 p.

## 8.2. Периодические издания

6. "Компьютер-Пресс" [электронный ресурс]: ежемесячный компьютерный журнал. – ISSN 0868-6157. <http://compress.ru>.
7. "Мир ПК": ежемесячный журнал для пользователей персональных компьютеров. – ISSN 0235-3520. <http://www.osp.ru/pcworld/>.
8. "Hard'n'Soft" [электронный ресурс]: популярный ежемесячный журнал для увлеченных компьютерной техникой. – ISSN . <http://www.hardnsoft.ru/>.
9. "PC Magazine" / Russian Edition (на русском языке): ежемесячный компьютерный журнал. – ISSN 0869-4257. <http://www.pcmag.ru/>.
10. "Upgrade": еженедельный компьютерный журнал. – ISSN 1680-4694. <http://upweek.ru/>.

## 8.3. Интернет-ресурсы

5. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru>.
6. Интернет-Университет информационных технологий [www.intuit.ru](http://www.intuit.ru).
7. Интернет-ресурсы по аппаратному и программному обеспечению вычислительной техники: [www.ferra.ru](http://www.ferra.ru), [www.ixbt.com](http://www.ixbt.com), [www.3dnews.ru](http://www.3dnews.ru), [www.overclockers.ru](http://www.overclockers.ru), [www.notebookcheck.ru](http://www.notebookcheck.ru), [www.thg.ru](http://www.thg.ru), [www.hardwareluxx.ru](http://www.hardwareluxx.ru), [www.3dnews.ru](http://www.3dnews.ru).
8. Интернет-ресурсы производителей устройств внешней памяти и носителей информации для микро-ЭВМ и ПК.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

### УСТРОЙСТВА ВНЕШНЕЙ ПАМЯТИ МИКРО-ЭВМ И ПК

#### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Изучение устройств долговременного хранения информации для микро-ЭВМ и персональных компьютеров (ПК) с целью приобретения умений и навыков проектирования и эксплуатации вычислительных систем для средств автоматизации и управления.

#### 2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

##### 2.1 Накопители на гибких магнитных дисках

Устройства, или приводы, для гибких магнитных дисков (*Floppy Disk Drive, FDD*) являются одновременно и старейшими, и устаревшими периферийными устройствами внешней памяти для микро-ЭВМ и ПК. В русскоязычной литературе использовалась также аббревиатура НГМД – накопитель на гибких магнитных дисках. Гибкие магнитные диски (ГМД), или дискеты (*diskette*), массово использовались в информатике в 1970-1990 гг., придя на смену перфокартам и магнитным лентам. Дискеты служили и как средство архивной памяти, и как способ переноса информации между удалёнными компьютерами. В то время зародилось понятие **флоппинет** – неформальный термин, обозначающий использование сменных носителей информации (в первую очередь, дискет – флоппи-дисков, от которых и получил своё название) для переноса файлов между компьютерами. Суффикс "-нет" в ироничной форме сравнивает такой способ передачи информации с подобием компьютерной сети в то время, когда использование "настоящей" компьютерной сети по каким-либо причинам невозможно.

В качестве носителя информации в IBM-совместимых компьютерах чаще всего применялись гибкие магнитные диски формата 5,25 (5¼) и 3,5 (3½) дюймов. Гибкие магнитные диски очень широко применялись и в компьютерах других производителей: Apple, Dell, HP, ZX-Spectrum и др. В конце 1990 гг. века дискеты постепенно начали вытесняться более ёмкими перезаписываемыми оптическими дисками CD и DWD, а с начала XXI века они окончательно были заменены более удобными и гораздо более надёжными флэш-накопителями.

История создания устройств внешней памяти для микро-ЭВМ и ПК связана с именем одного из наиболее плодотворных разработчиков технологий магнитных накопителей американского инженера Алана Шугарта (1930-2006 гг.), который в 1967 г. возглавил исследовательскую группу лаборатории компании IBM в г. Сан-Хосе (Калифорния, США). Дэвид Нобль, один из старших инженеров, работающих под руководством Шугарта, предложил гибкий диск с защитным кожухом с тканевой прокладкой. Первый гибкий магнитный диск был разработан в 1968 г., имел диаметр 8 дюймов (203 мм, 1 дюйм равен 2,54 мм) и размещался в защитном чехле с тканевой прокладкой. Ёмкость такого диска составляла 160 Кбайт. С 1971 г. компании IBM, Memorex, Shugart Association, Burroughs Corporation и другие начали промышленное производство дискет и приводов для них. В 1976 г. компания Shugart Association, основателем которой 1973 г. стал Алан Шугарт, представила дискету формата 5,25" с диаметром магнитного диска 133 мм. Дискета формата 3,5" с магнитным диском диаметром 89 мм и первоначальной ёмкостью 720 Кбайт была разработана компанией Sony и в 1981 г. Дискеты формата 3,5" и соответствующие им устройства в 1984 гг. впервые были применены в компьютерах Hewlett-Packard HP-150 и Apple Macintosh. Дискета 3,5" была представлена компанией IBM 1987 г. как стандартное устройство в ПК семейства PS/2. В 1991 г. были представлены разработанные в 1980-х гг.

фирмой Toshiba дисководы сверхвысокой плотности, носителем для которых служила дискета ёмкостью 2880 килобайт.

Гибкие магнитные диски форматов 8, 5,25 и 3,5 дюймов получили наибольшее распространение в информатике, гибкие магнитные диски иных типоразмеров и конструкций не стали столь популярными.

Конструктивно дискета формата 8" представляет собой диск из полимерных материалов с магнитным покрытием, заключённый в гибкий пластиковый футляр. В футляре имеются отверстия: большое круглое в центре – для шпинделя приводного устройства; маленькое круглое – окно индексного отверстия, позволяющего определить начало дорожки; прямоугольное с закруглёнными концами – для доступа магнитных головок дисковода к магнитной поверхности диска. На футляре дискеты также располагается вырез, предназначенный для аппаратной защиты диска от записи – запись на диск невозможна, если вырез открыт. Форматы дискеты различаются количеством секторов на дорожке. В зависимости от формата, дискеты 8" вмещают следующие объёмы информации 80, 256, 800 и 1000 Кбайт.

Дискета формата 5,25" имеет круглый пластиковый диск диаметром 133 мм. Диск размещён в футляре размером 134×144. Конструкция пятидюймовой дискеты мало отличается от восьмидюймовой: присутствуют окна для магнитных головок и индексного отверстия, имеется и прорезь для защиты дискеты от записи. Но метод защиты данных был пересмотрен – заклеенный означает защиту диска от записи. Для лучшей сохранности диска его футляр сделан более жёстким, укреплённым по периметру. Для предотвращения преждевременного износа между футляром и диском размещается антифрикционная прокладка, а края приводного отверстия укреплены жёстким пластиковым или металлическим кольцом (рис. 7.1).

Существовали гибкие магнитные диски с жёсткой разбивкой на сектора: они отличались наличием нескольких индексных отверстий по количеству секторов. Но в дальнейшем от такой схемы отказались.



Рисунок 7.1 – Внешний вид дискеты 5,25 дюймов

Как дискеты, так и дисководы пятидюймовых дисков существуют одно- и двусторонние. При использовании одностороннего дисковода считать вторую сторону, просто перевернув дискету, не удаётся из-за расположения окна индексного отверстия – для

этого требуется наличие аналогичного окна, расположенного симметрично существующему окну.

Информация о содержимом дискеты указывается на этикетке, обычно располагающейся на лицевой стороне в части, противоположной отверстию для магнитной головки дисковод. Для хранения и транспортировки дискет обычно использовались бумажные конверты. На конвертах размещалась различная информация о производителе дискеты либо её наполнении. На оборотной стороне конверта часто размещалась информация по правильному использованию и хранению дискеты.

Принципиальным отличием дискеты 3,5" является жёсткий пластмассовый корпус (рис. 7.2). Вместо индексного отверстия в этих дискетах используется металлическая втулка с установочным отверстием, которая находится в центре дискеты. Механизм дисковод захватывает металлическую втулку, а отверстие в ней позволяет правильно позиционировать дискету, поэтому отпала необходимость делать для этого отверстие непосредственно в магнитном диске. В отличие от дискет 8" и 5,25", окно для головок дискеты 3,5" закрыто сдвижной металлической шторкой, которая открывается при установке её в дисковод. Защита от записи выполнена сдвигающейся шторкой в нижнем левом углу. Снизу справа находятся окошки, позволяющие схеме дисковод по количеству отверстий определить плотность записи на дискету: нет отверстия – 720 Кбайт, одно отверстие – 1440 Кбайт, два отверстия – 2880 Кбайт.



Рисунок 7.2 – Внешний вид дискеты 3,5 дюймов

Форматы записи данных на дискеты в IBM PC различались размером диска, количеством секторов на дорожке, количеством используемых сторон (SS – Single Side – обозначает одностороннюю дискету, DS – Double Side – двухстороннюю), а также типом дисковод по параметру плотность записываемой информации:

- SD (Single Density) – одинарная плотность записи информации;
- DD (Double Density) – двойная плотность записи информации;
- QD (Quadruple Density) – учетверённая плотность, данный формат использовался в отечественных клонах IBM PC XT/AT в дискетах ёмкостью 720 и 640 Кбайт;
- HD (High Density) – высокая плотность, отличался от формата QD повышенным количеством секторов на магнитной дорожке;
- ED (Extra High Density) – сверхвысокая плотность, отличался от формата HD удвоенным количеством секторов на магнитной дорожке.

Таблица 7.1 Рабочие плотности дисководов и ёмкости дискет в килобайтах

Параметр магнитного покрытия	Дискеты 5¼"			Дискеты 3½"		
	DD	QD	HD	DD	HD	ED
Основа магнитного слоя	Fe	Fe	Co	Co	Co	Ba
Коэрцитивная сила, Э	300	300	600	600	720	750
Толщина магнитного слоя, микродюйм	100	100	50	70	40	100
Ширина дорожки, мм	0,300		0,155	0,115	0,115	0,115
Плотность дорожек на дюйм	48	96	96	135	135	135
Линейная плотность	5876	5876	9646	8717	17434	34868
Ёмкость после форматирования	360	720	1200	720	1440	2880

Таблица 7.2 Стандартные форматы дискет, используемых в IBM PC и совместимых ПК

Диаметр диска, дюймы	5¼					3½		
Ёмкость диска, Кбайт	1200	360	320	180	160	2 880	1 440	720
Количество сторон (головок)	2	2	2	1	1	2	2	2
Количество дорожек на каждой стороне	80	40	40	40	40	80	80	80
Количество секторов на дорожке	15	9	8	9	8	36	18	9
Размер сектора, байт	512							
Количество секторов в кластере	1	2	2	1	1	2	1	2
Длина FAT (в секторах)	7	2	1	2	1	9	9	3
Количество FAT	2	2	2	2	2	2	2	2
Длина корневого каталога в секторах	14	7	7	4	4	15	14	7
Максимальное количество элементов в корневом каталоге	224	112	112	64	64	240	224	112
Общее количество секторов на диске	2400	720	640	360	320	5 760	2 880	1 440
Количество доступных секторов	2371	708	630	351	313	5 726	2 847	1 426
Количество доступных кластеров	2371	354	315	351	313	2 863	2 847	713

Первой (точнее, нулевой) является нижняя головка. В односторонних дисководах фактически используется только нижняя головка, а верхняя заменяется войлочной прокладкой. При этом на односторонних дисководах можно было использовать двухсторонние дискеты, отформатировав каждую сторону отдельно и переворачивая её при необходимости, но чтобы этой возможностью воспользоваться, в пластиковом конверте 8-дюймовой дискеты требовалось прорезать второе индексное окно, симметрично первому.

Отметим, что стандартный размер сектора дискеты был выбран 512 байт, хотя контроллер дискетного накопителя в IBM PC предусматривал работу с секторами размером 128, 256, 512 и 1024 байт.

Все дисководы гибких магнитных дисков имеют рабочую скорость вращения шпинделя  $300 \text{ мин}^{-1}$ , за исключением дисковода для гибких дисков 5,25" типа HD, шпиндель которого вращается со скоростью  $360 \text{ мин}^{-1}$ .

Достаточно частой модификацией формата дискет 3,5" является их форматирование на 1200 Мбайт с уменьшением количества секторов с 18 до 15. Такая возможность часто предусматривалась в BIOS системных плат компьютеров. Такое использование дискет 3,5" было характерно для Японии и ЮАР.

Компьютеры DEC, Apple, ZX-Spectrum и другие в отличие от ПК IBM использовали собственные форматы для гибких магнитных дисков, поэтому, несмотря на использование идентичных дискет, перенос информации между компьютерами разных архитектур с помощью дискет не был возможен.



Специальные драйверы-расширители базовой системы вывода ПК (BIOS) (800, `pu_1700`, `vformat` и ряд других) позволяли форматировать дискеты с произвольным числом дорожек и секторов. Поскольку дисководы обычно поддерживали от одной до четырёх дополнительных дорожек, а также позволяли, в зависимости от конструктивных особенностей, отформатировать на 1—4 сектора на дорожке больше, чем положено по стандарту, эти драйверы обеспечивали появление таких нестандартных форматов, как 800 КБ (80 дорожек, 10 секторов), 840 КБ (84 дорожки, 10 секторов) и т. д. Максимальная ёмкость, устойчиво достигавшаяся таким методом на 3½" HD-дисководах, составляла 1700 КБ. Эта техника была впоследствии использована в форматах дискет DMF Майкрософт, расширившим ёмкость дискет до 1,68 МБ за счёт форматирования дискет на 21 сектор (например, в дистрибутивах Windows 95), аналогично формату XDF фирмы IBM, который использовался в дистрибутивах OS/2.

Одной из главных проблем, связанных с использованием дискет, является их недолговечность. Магнитный диск может относительно легко размагнититься от воздействия металлических намагниченных поверхностей, природных магнитов, электромагнитных полей вблизи высокочастотных приборов, что делает хранение информации на дискетах достаточно ненадёжным: даже однократная перевозка дискеты с информацией в общественном транспорте на электрическом ходу (троллейбус, трамвай, метрополитен, электропоезд) может привести к потере информации на дискете.

Наиболее уязвимым элементом конструкции дискеты является жестяной или пластиковый кожух, закрывающий собственно гибкий диск: его края могут отгибаться, что приводит к застреванию дискеты в дисковом, возвращающая кожух в исходное положение пружина может смещаться, в результате кожух дискеты отделяется от корпуса и больше не возвращается в исходное положение. Сам пластиковый корпус дискеты не служит достаточной защитой гибкого диска от механических повреждений (например, при падении дискеты на пол), которые выводят магнитный носитель из строя. В щели между корпусом дискеты и кожухом может проникать пыль.

По состоянию на 2016 г. массовое использование дискет практически прекращено, дискеты 3,5" 1440 Кбайт ещё выпускаются фирмами Verbatim, TDK, EMTEC, Imation. В настоящее время абсолютное большинство выпускающихся системных плат для настольных персональных компьютеров вообще не содержат разъёма для подключения дисковода. Из ноутбуков встроенные флоппи-дисководы полностью исчезли в середине 2000-х годов.

В настоящее время дискеты продолжают использоваться в устаревшем промышленном, измерительном, медицинском, музыкальном оборудовании. Для подобных применений существуют аппаратные эмуляторы дисковода, позволяющие заменить дискеты картами памяти и USB-накопителями.

В случае отсутствия дисководов, подключаемых в соответствующий интерфейсный разъём на системной плате, можно воспользоваться внешним устройством, имеющим USB интерфейс.

Несмотря на многие недостатки — чувствительность к магнитным полям, недостаточную уже к середине 90-х годов ёмкость, низкую надёжность хранения данных дискеты 3,5" продержались в информатике около 30 лет, начав сдавать позиции лишь после появления доступных по цене накопителей на основе флэш-памяти.

Архитектура ПК типа IBM PC и PC/XT предусматривала подключение до четырёх приводов для дискет формата 5,25". В компьютерах типа PC/AT и PS/2 количество поддерживаемых дискетных приводов сократили до двух. Впоследствии производители системных плат стали предусматривать поддержку только одного привода формата 3,5", полностью отказавшись от поддержки приводов формата 5,25". С начала XXI века происходит постепенный отказ пользователей от дискет вследствие их малой ёмкости и низкой надёжности в эксплуатации. Одновременно с этим разработчики операционных систем для микро-ЭВМ и ПК постепенно отказываются от поддержки дискетных накопителей.

Чаще всего применялись приводы для гибких магнитных дисков, встраиваемые в корпуса системных блоков микро-ЭВМ и ПК. Впоследствии были созданы внешние приводы для гибких магнитных дисков, подключаемых к компьютеру с помощью интерфейса USB.

Конструктивно приводы для гибких дисков содержат в своём корпусе следующие основные элементы:

- электродвигатель вращения гибкого магнитного диска;
- две магнитные головки, установленные на подвижной каретке;
- шаговый электродвигатель перемещения магнитных головок;
- печатная плата с системой управления;
- 34-контактный разъём интерфейса с контроллером системной платы компьютера;
- 4-контактный разъём электропитания (+5 и +12 В).

Двигатель вращения магнитного диска включается только тогда, когда в привод установлена дискета. Скорость вращения диска во время работы постоянна и составляет  $360 \text{ мин}^{-1}$  для приводов формата 5,25" и  $300 \text{ мин}^{-1}$  для приводов формата 3,5".

Дискетные приводы оснащаются двумя комбинированными магнитными головками (для записи и воспроизведения данных каждая), которые располагаются над рабочими магнитными поверхностями диска. Магнитные головки во время записи и воспроизведения контактируют с поверхностью магнитного диска. Поскольку все современные дискеты имеют две рабочие поверхности, то одна магнитная головка предназначена для верхней поверхности магнитного диска, а другая – для его нижней поверхности.

Одновременное позиционирование обеих магнитных головок относительно магнитных дорожек осуществляется шаговым электродвигателем.

Информация на гибкие магнитные диски заносится путём изменения намагниченности её магнитного слоя. Изменения направления магнитного поля кодируют логические состояния "0" и "1". В результате вращения магнитного диска и дискретного перемещения магнитных головок на рабочей поверхности диска образуются концентрические намагниченные поверхности – дорожки или треки (*tracks*). Нормальное рабочее расположение дискетного привода в системном блоке компьютера – горизонтальное (плата электроники находится снизу) или вертикальное ("на боку").

В табл. 7.3 приведены основные технические параметры приводов для дискет.

Таблица 7.3 Технические параметры приводов гибких магнитных дисков

Параметры	Тип устройства			
	3,5" DD	3,5 HD	5,25" DD	5,25 HD
Ширина, мм	101,6	101,6	146	146
Высота, мм	25,4	25,4	41	41
Длина, мм	150	150	203	203
Неформатированная ёмкость диска, Мбайт	1	2	1	2
Форматированная ёмкость диска, Кбайт	720	1440	360/720	1200
Скорость вращения диска, $\text{мин}^{-1}$	300	300	300	360
Количество дорожек на каждой рабочей поверхности диска	80	80	40	80
Количество магнитных дорожек на дюйм	135	135	48	96
Скорость передачи данных, Кбайт/с	250	500	250	500
Время позиционирования магнитной головки, мс	94	94	67	91
Время позиционирования магнитной головки между соседними дорожками, мс	6	3	4	3
Среднее время доступа к данным, мс	175	100	250	200
Время безотказной работы, ч	10 000	12 000	12 000	12 000

В представленной таблице аббревиатуры **DD** (*Double Density*) и **HD** (*High Density*) обозначают соответственно удвоенную и высокую плотности записи информации. Первые

образцы дискет имели обозначения **SD** – *Single Density*. Для ранних моделей ноутбуков применялись дисководы формата 3,5" толщиной 19,5 мм.

На всех приводах имеются два разъёма для подключения к системной плате компьютера. Информационный разъём предназначен для подключения 34-проводным плоским кабелем. Разъём электропитания имеет 4 контакта и предназначен для подключения к блоку питания компьютера. По проводу красного цвета подаётся напряжение +5 В, по жёлтому проводу – +12 В, остальные два провода чёрного цвета соединяются с корпусом компьютера. Разъём питания для приводов 5,25" и 3,5" различаются: приводы 5,25" оснащаются универсальным разъёмом типа Molex, а приводы 3,5" имеют специальный малогабаритный разъём. И информационный разъём, и разъём питания оснащены ориентирующими элементами для правильного подключения кабелей.

На рис. 7.3 показана схема подключения двух приводов гибких магнитных дисков с помощью универсального информационного кабеля.

Информационный кабель может иметь от двух до пяти разъёмов. Один разъём предназначен для подключения к контроллеру системной платы компьютера. Остальные разъёмы предназначены для подключения кабеля к приводам. Разъём приводов 5,25" и 3,5" различаются устройством и размерами (разъём привода 5,25" больше). Провод с номером 1 имеет цветную маркировку с целью правильного подключения кабеля к контроллеру и приводам. Кабель, предусматривающий одновременное подключение двух приводов А: и В: имеет характерный внешний вид, обусловленный перекрутом проводов 10-16 с целью аппаратной идентификации приводов и правильного управления ими.

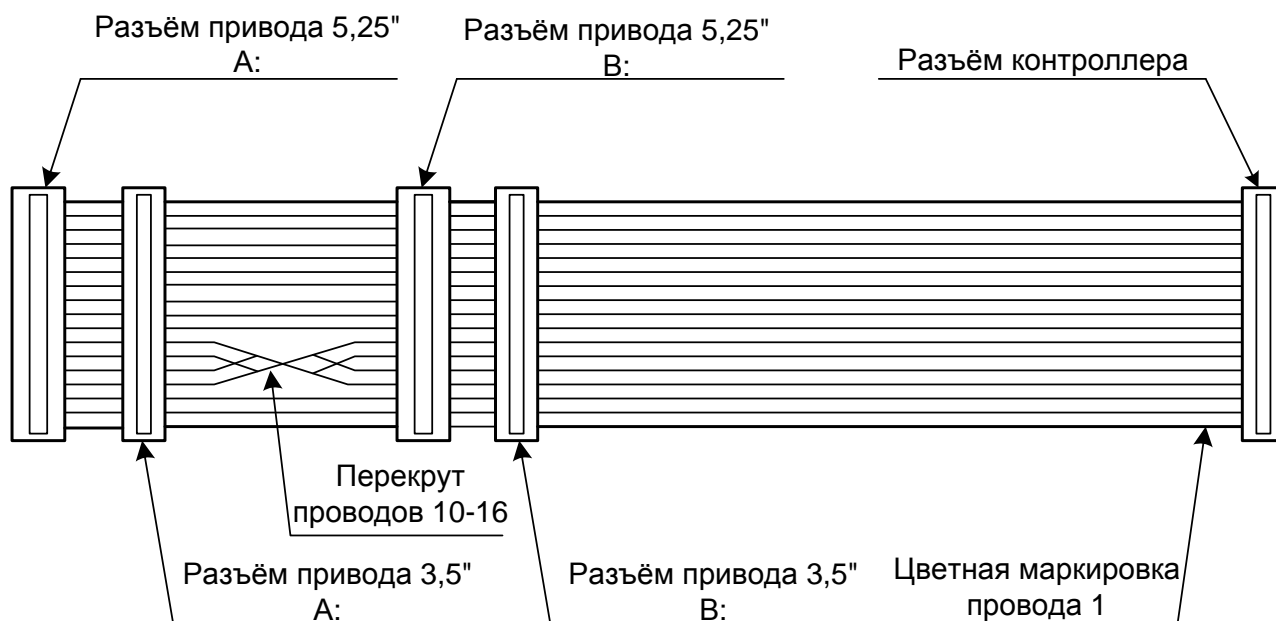


Рисунок 7.3 – Схема информационного кабеля для подключения приводов гибких магнитных дисков

Альтернативная технология – Iomega Zip, представляющая семейство накопителей на гибких магнитных дисках, имеющие большую ёмкость. Разработаны компанией Iomega в конце 1994 г. Изначально имели ёмкость около 100 Мбайт, в поздних версиях она была увеличена до 250 и 750 Мбайт. Формат Zip так и не получил такого же статуса, как обычные 3,5-дюймовые дискеты и практически не используется с начала-середины 2000-х годов.

Диск ZIP-100 имел ёмкостью 96 Мбайт, скорость передачи данных – около 1 Мбайт/с. Внешний привод имел интерфейс LPT или SCSI. Внутренние приводы ZIP имели интерфейс PATA или SCSI. Диск ZIP-250 имел ёмкость около 239 МБ. Диск ZIP-750 имел ёмкость около 750 Мбайт, внешний привод имел интерфейс USB 2.0 или FireWire. Привод мог читать и писать диски 750 и 250 Мбайт, диски 100 Мбайт поддерживались в режиме только чтения.

Существовали также приводы и дискеты типа LS-120...

## 2.2 Накопители на жёстких магнитных дисках

*Накопители на жёстких магнитных дисках* (НЖМД, HDD – Hard Disk Drive) являются основными устройствами оперативной внешней памяти ПК и микроЭВМ. При этом НЖМД часто называются "винчестерскими" накопителями или просто "винчестерами". Связь между компьютерным устройством и названием оружия возникла из-за совпадения калибра популярного охотничьего ружья Винчестера и некоторых параметров одной из ранних моделей дискового накопителя фирмы IBM. Основная масса НЖМД подключается к компьютерам с помощью интерфейса SATA и SAS; количество эксплуатируемых накопителей с некогда популярными интерфейсами PATA и SCSI неуклонно сокращается.

Практически все IBM-совместимые ПК и микроЭВМ имеют, как правило, один-два накопителя на жёстких магнитных дисках. Ещё недавно компьютеры имели также один или два накопителя на гибких магнитных дисках (НГМД) и один-два накопителя для оптических дисков (НОД, ODD – Optical Disk Drive). Было нормой встраивать практически во все стационарные и мобильные компьютеры накопители на оптических дисках. Накопители на магнитной ленте (НМЛ) в IBM-совместимых ПК и микроЭВМ недавно вышли из употребления в связи с их низкими потребительскими свойствами.

К 2010 г. гибкие магнитные диски (дискеты) практически полностью вышли из употребления. В 2012 г. компания Apple приняла решение полностью отказаться в своих новых компьютерах от накопителей на магнитных дисках и оптических дисков. Быстро сокращается количество эксплуатируемых приводов оптических дисков, несмотря на разработку дисков Blu-Ray ёмкостью 50 Гбайт и более. Основными устройствами внешней архивной памяти стали внешние жёсткие диски с интерфейсом USB, твердотельные накопители – карты памяти типа SD и флэш-диски с интерфейсом USB. Серьёзными конкурентами "винчестерских" накопителей также являются твердотельные накопители SSD (Solid State Device) с интерфейсами SATA, mSATA, M.2 и U.2. Если жёсткие магнитные диски характеризуются высокими объёмами хранимой информации (до 10 Тбайт и более для устройств типоразмера 3,5 дюйма, до 5 Тбайт для устройств типоразмера 2,5 дюйма), то преимуществами SSD являются высокие скорости передачи информации (до 500 Мбайт/с и более), малые размеры и масса, низкое энергопотребление. В настоящее время парк компьютеров различного назначения, оснащённых только твердотельными накопителями, стремительно растёт, несмотря на всё ещё высокую себестоимость хранения информации и относительно низкий технический ресурс запоминающих ячеек. Многие компьютеры оснащаются двумя накопителями, из которых твердотельный является системным и предназначен для размещения файлов операционной системы и служебных программ, а накопитель на магнитных дисках – для хранения пользовательских данных.

И дисковые, и твердотельные накопители с целью унификации процедур управления моделируются операционной системой в соответствии со схемой, представленной на рис. 7.4.

В процессе работы магнитный диск приводится во вращение от электродвигателя М1. Информация на любой магнитный диск записывается вдоль концентрических окружностей, называемых *дорожками* (tracks). Дорожки нумеруются от нуля, начиная с наибольшего радиуса. Дорожки с одинаковыми номерами на различных поверхностях диска (в общем случае – пакета дисков) образуют *цилиндр* (cylinder). Доступ к магнитным дорожкам, принадлежащим одному цилиндру, осуществляется без перемещения магнитных головок. Для перемещения магнитных головок предназначен шаговый электродвигатель М2. При этом дискета или компакт-диск вращаются только тогда, когда с них считываются или записываются какие-либо данные. Магнитные диски в НЖМД вращаются непрерывно в процессе работы компьютера (частота вращения дисков в накопителях массовых серий – 5400 или 7200 мин<sup>-1</sup>, в серверных накопителях – 10000-15000 мин<sup>-1</sup>).

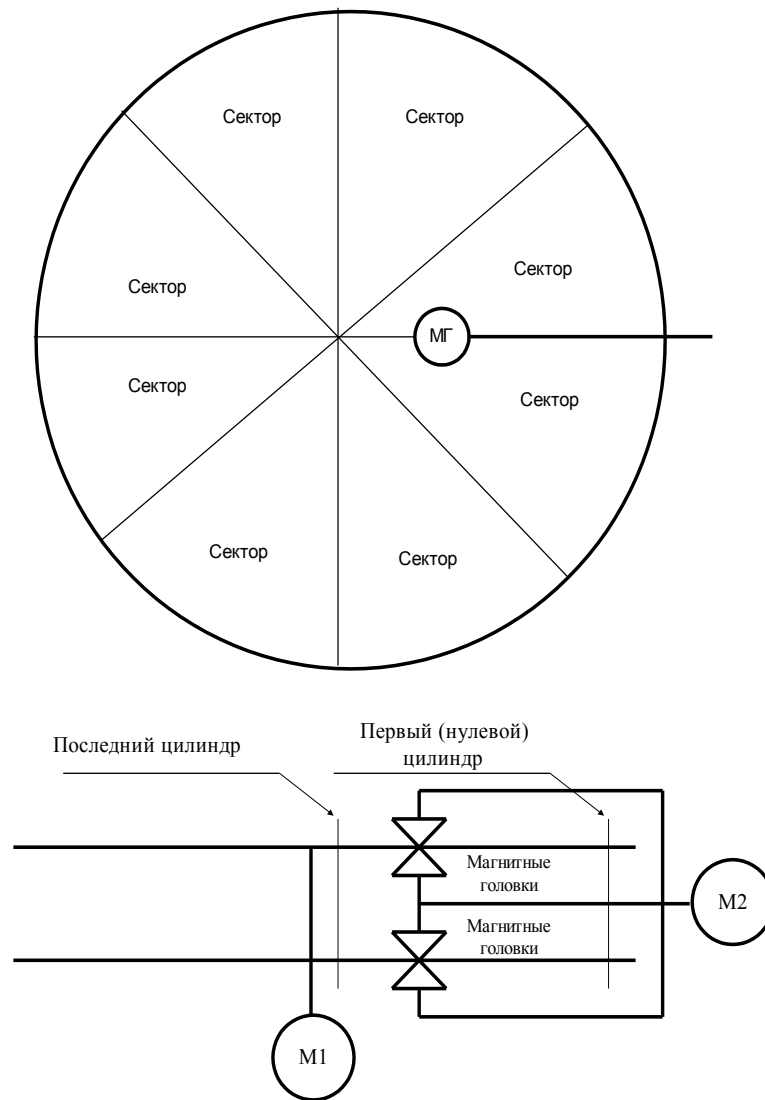


Рисунок 7.4 – Схема дискового накопителя

Каждая дорожка магнитного диска разбивается на определенное количество участков, называемых *секторами* (sector). Сектор хранит порцию информации, которая может быть считана с диска или записана на него за один прием (обмен данными с магнитным диском осуществляется только целыми секторами). Информационная ёмкость сектора магнитного диска в IBM-совместимых компьютерах составляет 512 байт, но в накопителях большой ёмкости (свыше 500 Гбайт) ёмкость сектора уже составляет 4096 байт.

Количество цилиндров, число дорожек в цилиндре, а также количество секторов на дорожке определяют *формат магнитного диска*. Зная формат магнитного диска, достаточно просто определить его ёмкость. Решить обратную задачу – по одной лишь ёмкости определить формат диска – не удастся, так как диски одной и той же ёмкости могут иметь разный формат.

Формат жёсткого диска в "винчестерском" накопителе задается его конструкцией и изменению не подлежит. При этом на одном *физическом накопителе* может быть сформировано несколько *логических накопителей*, суммарная ёмкость которых не может превышать ёмкости физического накопителя. В табл. 7.4 в качестве примера приведены форматы некоторых дисковых накопителей различной ёмкости.

Таблица 7.4 – Примеры форматов НЖМД

Ёмкость накопителя, Мбайт	Количество цилиндров	Количество секторов на дорожке	Количество магнитных головок
41	820	17	6
116	762	39	8
504	1024	63	16
2437	4960	63	16
19623	19885	63	16
120197	244209	63	16
953870	1938021	63	16

В микрокомпьютерах обычно применяются "винчестерские" накопители формата 3,5 и 5,25 дюймов, а также 2,5 и 1,8 дюймов (в мобильных компьютерах). Они устанавливаются в монтажные отсеки системного блока. На крышке корпуса накопителя обычно указываются основные технические параметры устройства. "Винчестерские" накопители характеризуются следующим набором технических характеристик:

12) габаритные размеры накопителя. Они обычно характеризуются так называемым форм-фактором. Форм-фактор указывает на горизонтальный и вертикальный размеры накопителя. Горизонтальный размер определяется диаметром магнитного диска, который может быть одним из следующих значений: 5,25; 3,5; 2,5; 1,8 дюйма (действительный размер корпуса накопителя чуть больше). Вертикальный размер обычно характеризуется такими параметрами, как Full-Height (FH), Half-Height (HH), Third-Height (Low-Profile, LP). Накопители "полной высоты" имеют вертикальный размер более 3,25 дюйма (82,5 мм), "половинной высоты" – 1,63 дюйма (41,25 мм), "низкопрофильные" – около 1 дюйма (25,4 мм);

13) фирма-изготовитель, модель накопителя. Крупными изготовителями "винчестеров" в настоящее время являются фирмы Western Digital, Seagate, Toshiba, Hitachi (бывшее производство IBM), Fujitsu (накопители с интерфейсом SCSI и накопители для портативных компьютеров). В старых компьютерах ещё работают дисковые накопители фирм CDC, Conner, Kalok, Kyocera, Micropolis, Miniscribe, NEC, Quantum, Priam, Rodime, TEAC, Maxtor, Samsung и других производителей;

14) номинальная емкость накопителя, Мбайт или Гбайт;

15) физические параметры накопителя (количество магнитных дисков, магнитных головок);

16) частота вращения магнитных дисков (типичные значения 3600, 4200, 5400, 7200, 10000, 15000 мин<sup>-1</sup>);

17) логические параметры накопителя (количество цилиндров, магнитных головок, секторов на магнитной дорожке);

18) тип интерфейса (ST512/406, ESDI, Parallel-ATA, Serial-ATA, SCSI, USB, FireWire, Wi-Fi);

19) емкость буферной памяти (типичные значения 512 Кбайт, 2, 8, 16, 32, 64, 128 и 256 Мбайт).;

20) параметры энергопотребления;

21) параметры быстродействия (среднее время позиционирования магнитных головок в миллисекундах, средняя скорость передачи данных в Мбайт/с и др.);

22) параметры надежности (гарантированное количество циклов включения-выключения, наработка на отказ и др.).

Соединение накопителя с интерфейсом Parallel-ATA (PATA) осуществляется плоским 40- или 80-проводным кабелем. Максимальная длина такого кабеля не должна превышать 18 дюймов (примерно 45 см). К одному кабелю подключается не более двух накопителей, которые идентифицируются как Master (ведущий) и Slave (ведомый). Малогабаритные

накопители формата 2,5" с интерфейсом PATA используют 44-проводный плоский кабель, который содержит линии подвода питающего напряжения.

Накопители с интерфейсом SCSI соединяются с контроллером с помощью 50- или 68-проводного плоского кабеля. К одному контроллеру SCSI может быть подключено до семи устройств.

Накопители с интерфейсом Serial-ATA (SATA) соединяются с контроллером посредством 7-проводного кабеля длиной не более 1 м.

Устаревшие накопители с интерфейсами ST406/512 и ESDI работают совместно с платой контроллера, который устанавливается в интерфейсный разъем системной платы. К плате контроллера может быть подключено два накопителя. Для подключения накопителей используются два типа плоских кабелей: общий (магистральный) 34-контактный кабель для передачи сигналов управления и индивидуальные 20-контактный кабели для передачи данных. Некоторые контроллеры типа ST406/512 и ESDI предусматривали также подключение дискетных приводов.

Электрическое питание на накопители подается через 4-контактный разъем Molex, через который на устройство поступают напряжения +5 В и +12 В. Для накопителей с интерфейсом SATA был разработан специальный разъем питания, через который на устройство подаются напряжения +3,3 В, +5 В и +12 В. С целью совместимости с блоками питания ранние модели накопителей с интерфейсом SATA имеют два разъема питания различного типа.

## 2.3 Накопители на оптических дисках

Компакт-диск (**Compact Disc, CD**) – это оптический носитель информации в виде диска с отверстием в центре, информация с которого считывается с помощью луча лазера. На поверхности диска нанесена спиральная дорожка, микроскопические участки которой по-разному отражают направленный на них лазерный луч. Изначально компакт-диск был создан в 1979 г. для цифрового хранения звуковой информации, однако в настоящее время он используется как устройство хранения данных широкого назначения.

На оптические диски первого поколения типа **CD-ROM** запись информации осуществлялась однократно в заводских условиях. Впоследствии были созданы устройства и носители типа **CD-R** с возможностью однократной записи данных пользователем. Для изготовления таких дисков используется материал, который изменяет свое состояние под воздействием лазерного излучения записывающей головки. Далее были созданы носители типа **CD-RW**, предусматривающие многократную запись и перезапись информации.

Опираясь на технологию CD в середине 1990-х гг. был создан новый оптический диск, ориентированный на хранение видеoinформации – **DVD (Digital Video Disk** – цифровой видеодиск). Диски типа **DVD-ROM** записывались в заводских условиях. Чуть позднее были созданы диски и устройства типа **DVD-R** и **DVD-RW** с возможностью однократной и многократной записи данных соответственно. Позже, когда стало ясно, что DVD-носитель подходит и для хранения произвольной информации, аббревиатуру DVD стали расшифровывать как **Digital Versatile Disc** (цифровой многоцелевой диск).

Поскольку видеозаписи отличаются от звукозаписей большим объемом, то DVD по сравнению с CD имеет увеличенную емкость. При условии сохранения размеров диска, это обстоятельство потребовало повышения плотности записи. Для достижения высокой плотности записи был применен лазер с меньшей длиной волны излучения (650 нм против 780 нм для CD), что позволило уменьшить расстояние между витками дорожки, размер элементов дорожки и расстояние между ними. Другим способом увеличения емкости DVD стало изготовление двухсторонних, двухслойных и двухсторонних двухслойных дисков.

Дальнейшим развитием оптических дисков стала технология **HD DVD (High Definition DVD** – DVD высокой четкости). Эта технология записи также использует оптические диски стандартного диаметра (120 мм) и синий лазер с длиной волны 405 нм.

Первые диски и приводы нового формата были анонсированы в марте 2006 г. Однослойный HD DVD имеет емкость 15 Гбайт, двухслойный – 30 Гбайт. Однако в 2008 г. поддержка технологии HD DVD прекратилась ввиду ее бесперспективности.

**Blu-ray Disc** (сокращенно **BD**, *blue ray* – голубой луч и *disc* – диск) — это следующее поколение формата оптических дисков, предназначенных для записи и хранения цифровых данных, включая видеоинформацию высокой чёткости с повышенной плотностью записи информации. Спецификация BD предусматривает диски емкостью в среднем 25 Гбайт на один слой и 100 Гбайт на четыре слоя. Форматы HD DVD и BD обратно совместимы с DVD и оба используют одни и те же способы сжатия видеоинформации. Продажи дисков и приводов BD начались в 2006 г.

Стандарт Blu-ray также как стандарты **CD** и **DVD** предусматривает диски диаметром 120 и 80 мм типов **BD-ROM**, **BD-R** (записываемые) и **BD-RE** (перезаписываемые). Однослойный диск Blu-ray диаметром 120 мм может хранить до 33 Гбайт информации – этого объёма достаточно для записи примерно четырёх часов видеоинформации высокой чёткости (HDTV) со звуком. Двухслойный BD того же диаметра может вместить до 54 Гбайт информации, что достаточно для записи на него порядка восьми часов видеофильма высокой четкости. Объем 80-мм BD-дисков составляет 7,5 Гбайт для однослойного исполнения и 15 Гбайт для двухслойного варианта. Впоследствии были выпущены четырёхслойные диски типа **BD-XL**, информационная ёмкость которых достигает 128 Гбайт.

### 2.3.1 Устройство оптического диска

Под общим термином "оптический диск" подразумевается несколько видов носителей. Некоторые из них (диски типа CD-R, DVD-R, DVD+R, которые часто называют "болванками") дают пользователю возможность однократной записи, другие (диски типа CD-RW, DVD-RW, DVD+RW) позволяют многократно записывать новую информацию поверх старой. Диски отличаются также размерами, количеством рабочих слоев, плотностью записи информации, максимальной скоростью записи и воспроизведения информации, но при этом базовые принципы их устройства неизменны.

Компакт-диски обычно имеют диаметр 120 или 80 мм. Основа диска изготавливается из поликарбоната толщиной 1,2 мм, покрытого тончайшим слоем алюминия (ранее использовалось золото) с защитным слоем из лака, на котором обычно наносится графическое представление содержания диска (этикетка). В центре диска расположено отверстие диаметром 15 мм.

На поликарбонатную основу диска наносятся рабочие слои: информационный (в дисках с возможностью многократной записи он помещен между термоизоляционными слоями) и отражающий. Чтобы предохранить рабочие слои от механических повреждений и воздействия окружающей среды, сверху наносится защитный слой, поверх которого, как правило, наносится еще один – декоративный, предназначенный для художественного оформления и маркировки диска (рис. 7.5).

Поверхность информационного слоя оптического диска представляет собой спиральную дорожку из последовательно расположенных выступов и промежутков, называемых *питами* (от англ. *pit*), отражающих и не отражающих свет. Установленный в головке записи и чтения накопителя (привода) миниатюрный полупроводниковый лазер, освещает эти участки (мощность излучения при этом составляет порядка 0,5 ... 1 мВт), а фотоприемник (фотодетектор) преобразует наличие или отсутствие отраженного луча в последовательность цифровых данных: нулей и единиц.



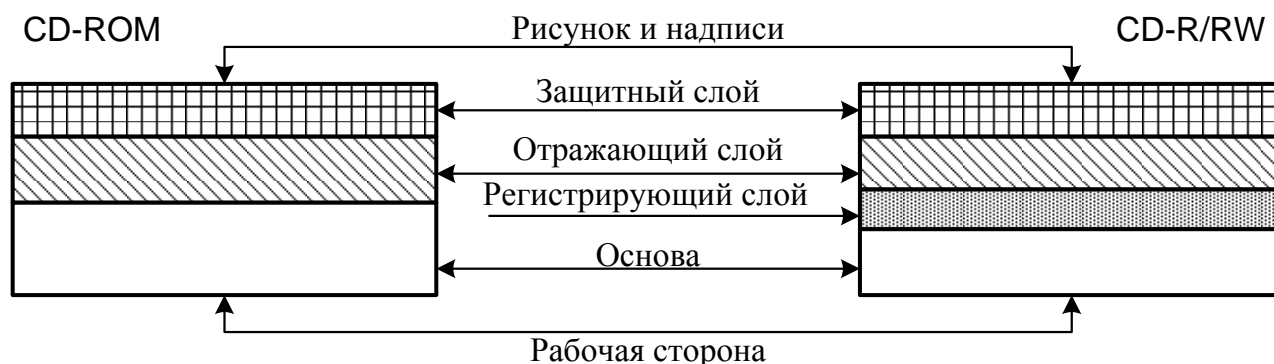


Рисунок 7.5 – Компакт-диск в разрезе

Компакт-диски типа CD-ROM, DVD-ROM и BD-ROM изготавливаются (тиражируются) методом инжекционного литья (литья под давлением) на заводах с использованием стеклянной матрицы с вытравленным на ней рисунком дорожек.

Записываемые и перезаписываемые компакт-диски типа R и RW соответственно имеют между основой и отражающим слоем регистрирующий слой. Он может изменять свою прозрачность под воздействием высокой температуры. При записи на диски типа R или RW применяются специальные записывающие приводы. Лазерная головка такого привода генерирует луч более высокой мощности (8 ... 16 мВт), который нагревает участки информационного слоя, в результате чего они изменяют свойства, темнеют и перестают отражать луч.

Материал информационного слоя перезаписываемого диска, в зависимости от температуры, до которой его разогревает луч лазера, может многократно переходить между кристаллическим и аморфным состояниями, характеризующимися разными коэффициентами отражения. Количество циклов перезаписи может достигать нескольких тысяч. В качестве материала для регистрирующего слоя используют сложные органические соединения, например цианин и фталоцианин. Для отражающего слоя в дисках типа R и RW используются сложные металлические сплавы, тогда как в более простых дисках типа ROM применяется более дешевый алюминий. Несмотря на это отражающий слой в дисках типа R и RW характеризуется более низким коэффициентом отражения, чем диски типа ROM.

Двухслойные диски типа DVD DL (Double Layer) представляют собой комбинацию из двух однослойных дисков. Чтобы обеспечить фокусировку лазера на втором слое, первый отражающий слой делается полупрозрачным. Его отражающая способность ниже, поэтому он имеет несколько меньшую емкость. Двусторонний диск можно представить, как два односторонних, "склеенных" отражающими слоями.

Несмотря на достаточно толстую основу и наличие защитного слоя, оптические диски чувствительны к внешним воздействиям. Чтобы обеспечить надежность и долговечность, следует соблюдать некоторые правила: избегать попадания дисков в агрессивные химические среды, не подвергать их механическим нагрузкам, беречь от царапин и высоких температур, избегать попадания прямых солнечных лучей.

### 2.3.2. Типы оптических дисков

Для записи информации на компакт-диски были разработаны следующие форматы:

- **CD-Audio**, или **Red Book**, исторически первый формат записи звуковой информации;
- **CD-DA** (Digital Audio) или **Yellow Book**, наиболее распространенный формат для компьютерных компакт-дисков. Задан стандартом ISO-9660, позволяют хранить текстовые, графические и звуковые данные;
- **PhotoCD**, позволяющий хранить черно-белые и цветные фотографии, поддерживает запись на компакт-диск в несколько сеансов;

- **CD-ROM/XA** или **Green Book**, формат совместимый с форматом CD-DA, позволяет чередовать на компакт-диске блоки разнородной информации (изображение, звук, иные данные). Этот формат предусматривает сжатие звуковой информации, что позволяет хранить на одном диске несколько часов аудиоинформации вместо обычных 74 минут. Формат поддерживает также запись на компакт-диск в несколько сеансов;

- **White Book**, определяет основные параметры VideoCD – компакт-диска, на котором можно хранить 72 минуты видеофильма вместе со стереозвуком. Хранение информации на таком компакт-диске осуществляется в сжатом виде;

- **Orange Book**, определяет параметры записи на однократно записываемые и перезаписываемые компакт-диски типа CD-R и CD-RW.

**CD-ROM** – "Compact Disc-Read Only Memory – это исторически первый вариант оптического диска, предназначенного только для воспроизведения информации, нанесенной на него в процессе производства. Используется для массового тиражирования компьютерных программ и данных, видео- и звукозаписей.

**CD-R** – "Compact Disc-Recordable" – диск с возможностью однократной записи. Во многих аспектах диски CD-R аналогичны носителям CD-ROM, но имеют принципиальное отличие – пользователь может самостоятельно записать на них информацию. При этом диски типа CD-R допускают заполнение своего информационного объема за несколько сеансов записи.

**CD-RW** – "Compact Disc ReWritable" – диск с возможностью многократной записи, уничтожения и перезаписи данных. В первом приближении диски этого вида можно сравнить с магнитными дискетами.

Емкость CD диаметром 120 мм в зависимости от радиуса спиральной дорожки составляет 650 ... 800 Мбайт, мини-диска диаметром 80 мм – 140 ... 210 Мбайт. Поскольку изначально компакт-диски предназначались для звукозаписи, их емкость часто указывают в минутах (по аналогии с аудиокассетами). Емкость обычного компакт-диска (650 Мбайт) соответствует 74 минутам, а компакт-диска 700 Мбайт – 80 минут.

В силу особенностей производства записываемых дисков, реальная емкость диска всегда несколько больше документированной. Некоторые устройства и программы записи позволяют задействовать эту дополнительную емкость (режим записи типа *Overburn*), но следует помнить, что совместимость с другими устройствами и сохранность данных при этом не гарантированы.

Для DVD-дисков округленное значение их емкости используется в обозначении дисков:

**DVD-1** – односторонний однослойный диск емкостью 1,36 Гбайт;

**DVD-2** – односторонний двухслойный диск емкостью 2,48 Гбайт;

**DVD-3** – двухсторонний однослойный диск емкостью 2,72 Гбайт;

**DVD-4** – двухсторонний двухслойный диск емкостью 4,95 Гбайт.

Диаметр всех перечисленных дисков – 80 мм, а область их применения – мобильные устройства (например, видеокамеры). В стационарных накопителях чаще используются диски диаметром 120 мм:

**DVD-5** – односторонний однослойный диск емкостью 4,7 Гбайт;

**DVD-9** – односторонний двухслойный диск емкостью 8,5 Гбайт;

**DVD-10** – двухсторонний однослойный диск емкостью 9,4 Гбайт;

**DVD-18** – двухсторонний двухслойный диск емкостью 17 Гбайт.

Аналогично CD, диски DVD могут быть предназначены только для чтения, для однократной или многократной записи.

**DVD-ROM** – "Digital Versatile Disk – Read Only Memory" – предназначен только для воспроизведения информации, нанесенной на него в процессе производства. По технологии изготовления DVD-ROM различаются диски с видеозаписями (DVD-Video), звукозаписями (DVD-Audio), компьютерными программами и данными, которые обычно и называют термином DVD-ROM.

**DVD-RAM** ("Digital Versatile Disk – Random Access Memory") – диск, обеспечивающий доступ к произвольному участку дорожки, за счет чего существенно ускоряются операции чтения и записи. DVD-RAM – это первый формат DVD, обеспечивающий многократную запись, но в настоящее время его популярность невысока. Главным образом, это объясняется высокой ценой и ограниченной совместимостью с компьютерными приводами и бытовыми проигрывателями DVD. Емкость дисков DVD-RAM составляет 4,7 Гбайт (односторонний диск) или 9,4 Гбайт (двухсторонний диск). Чтобы защитить диски от внешних воздействий, их заключают в специальные сменные или несменные картриджи (так называемые диски "первого типа" – **DVD-RAM I**). Диски "второго типа" (**DVD-RAM II**) картриджами не имеют. На использование носителей DVD-RAM опирается стандарт DVD-VR, предназначенный для бытовой видеоаппаратуры и позволяющий записывать видео в реальном времени, а также редактировать записи.

**DVD-R** – "Digital Versatile Disk – Recordable" – диск с возможностью однократной записи данных. Диски этого типа совместимы с большинством бытовых проигрывателей и компьютерных DVD-приводов. Спецификация DVD-R содержит две части:

**DVD-R(A)** – "Digital Versatile Disk – Recordable (Authoring)" – диск, предназначенный для профессионального оборудования. Используется в подготовке образцовых дисков ("мастер-дисков") для последующего тиражирования по технологии DVD-ROM;

**DVD-R(G)** – "Digital Versatile Disk – Recordable (General)" – диск для широкого потребителя (обычно именно такие диски понимают под термином DVD-R). Носитель совместим с большинством устройств, имеет невысокую стоимость. Поддерживает защиту от копирования.

**DVD-RW** – "Digital Versatile Disk – ReWritable" – носитель с возможностью многократной записи данных. Совместим с большим количеством бытовых проигрывателей и компьютерных DVD-приводов. Количество циклов перезаписи – до 1000. Диски этого типа необходимо форматировать перед использованием, а чтобы диск мог быть прочитан на бытовом проигрывателе, после записи выполняется процедура "финализации", которая предполагает невозможность дальнейшей записи на диск.

Технологии DVD-R и DVD-RW, часто называемые "минусовыми", разработаны компанией Pioneer.

**DVD+RW** – "Digital Versatile Disk+ReWritable" – более поздняя разработка носителя с многократной записью. Имеет совместимость с бытовыми проигрывателями и компьютерными устройствами DVD, а также несколько особенностей, выгодно отличающих его от формата DVD-RW:

- возможность выборочной записи содержимого диска, т.е. можно удалять или перезаписывать произвольный участок записи, не затрагивая остальную часть диска;

- улучшенный контроль ошибок чтения;
- механизм коррекции ошибок при записи;
- возможность форматирования носителей в фоновом режиме;
- более высокую скорость записи;
- отсутствие этапа "финализации" диска.

**DVD+R** – "Digital Versatile Disk+Recordable" – диск с однократной записью данных, основанный на технологиях DVD+RW. Диски DVD+R также имеют совместимость с бытовыми проигрывателями и компьютерными накопителями.

**BD-R** – "Blu-ray Disk-Recordable" – диск с однократной записью данных;

**BD-RE** – "Blu-ray Disk-Recordable/Erasable" – диск с многократной записью данных.

Записываемые диски характеризуются максимальной скоростью записи на них информации. Так, для современных дисков типа CD-R этот параметр составляет 52х, для дисков CD-RW – 32х, для однослойных дисков DVD±R – 16х, для однослойных DVD±RW – 8х, для двухслойных DVD±R – 4х. Скорость 1х для дисков и приводов CD соответствует скорости передачи данных 150 Кбайт/с, а для дисков и приводов DVD скорость 1х соответствует скорости передачи данных 1380 Кбайт/с.

### 2.3.3. Технические параметры приводов оптических дисков

Приводы для работы с оптическими дисками типа CD/DVD/BR характеризуются следующими основными техническими характеристиками:

13) *конструктивное исполнение привода* по отношению к системному блоку компьютера: внутреннее или внешнее. Приводы внутреннего типа предназначены для установки в монтажные отсеки корпуса компьютера. Приводы внешнего исполнения предполагают использование вне корпуса компьютера;

14) *тип привода*. Существуют следующие типы приводов CD/DVD/BR:

– CD-ROM – могут только читать компакт-диски;

– DVD-ROM – могут только читать диски CD-ROM и DVD-ROM (некоторые устройства могут также читать диски DVD-RAM);

– CD-RW – могут читать диски типа CD-ROM и записывать диски типа CD-R и CD-RW;

– Combo (DVD-ROM/CD-RW) – эти приводы могут читать диски типа CD-ROM и DVD-ROM, а также записывать диски типа CD-R и CD-RW;

– DVD-RW – это наиболее универсальные устройства, которые позволяют читать диски типа CD-ROM и DVD-ROM и записывать диски типа CD-R, CD-RW, DVD-R/+R и DVD-RW/+RW (некоторые приводы способны также работать с дисками типа DVD-RAM);

– Combo BD/DVD – эти приводы могут читать диски типа BD-ROM, а также читать и записывать диски типа CD-R, CD-RW, DVD-R, DVD-RW;

– HD DVD и BD – такие приводы способны читать диски типа CD-ROM, DVD-ROM, HD DVD-ROM, BD-ROM и в зависимости от своей конструкции – записывать диски типа CD-R, CD-RW, DVD-R/+R, DVD-RW/+RW, DVD-RAM, HD DVD-R/RW, BD-R, BD-RE;

15) *габаритные размеры накопителя*. Они также характеризуются с помощью форм-фактора. Форм-фактор встраиваемого привода компакт-дисков обычно описывается параметрами 5,25" (ширина привода) и HH (высота привода, Half Height – половинная высота, 41 мм). Внешние приводы и приводы для мобильных компьютеров более тонкие – они имеют высоту 12,7 или 9,5 мм;

16) *фирма изготовитель, модель накопителя*. Крупными разработчиками и изготовителями приводов CD/DVD/BD в настоящее время являются фирмы Acer, BenQ, Lite-On, LG Electronics, Mitsumi, NEC, Mathuthita (Panasonic), Philips, Plextor, Pioneer, Ricoh, Sony, TEAC, TSST (Toshiba-Samsung), Optiarc (NEC-Sony);

17) *способ загрузки диска в привод*. Загрузка диска производится с помощью сменной кассеты или выдвижной панели (лотка). Выдвижной лоток позволяет оперировать с дисками различного диаметра. Некоторые модели приводов предусматривают целевой способ загрузки дисков, однако в этом случае привод допускает работу только с дисками одного диаметра;

18) *скоростная формула привода*. Данный параметр обозначает относительные скорости воспроизведения и записи информации. Например, для привода типа CD-RW скоростная формула 32/16/48 означает следующее: данный привод может записывать диски типа CD-R с максимальной скоростью 32х, записывать диски типа CD-RW с максимальной скоростью 16х и читать диски типа CD-ROM с максимальной скоростью 48х;

19) *тип интерфейса* сопряжения привода с системной платой компьютера или контроллером. Для внутренних приводов применяются интерфейсы ATAPI, Serial-ATA, SCSI, для внешних приводов – USB, e-SATA, FireWire (IEEE-1394), LPT;

20) *емкость внутренней (буферной) памяти*. Типичные значения буферной памяти – 128, 256 и 512 Кбайт, 2, 4 и 8 Мбайт. Наиболее высокими объемами буферной памяти характеризуются приводы типа DVD-RW и BD-R;

21) *параметры энергопотребления* (потребляемые токи, мощность). Как правило, приводы для настольных ПК имеют питающие напряжения +5 и +12 В, приводы типа Slim питаются напряжением +5 В;

22) *параметры быстродействия* (среднее время позиционирования оптической головки в миллисекундах, средняя скорость передачи данных в Мбайт/с и др.);

23) *параметры надежности* (гарантированное количество циклов включения-выключения, наработка на отказ и др.);

24) *специальные возможности привода*, предусмотренные стандартами или фирмой-изготовителем: наличие аналогового и цифрового выходов аудиоинформации, регулятора уровня аудиосигнала, защиты от опустошения буферной памяти для записывающего привода, поддержка технологии *LightScribe*, *LabelFlash* и др.

*LightScribe* – технология, позволяющая получать изображение на обратной поверхности специально подготовленных компакт-дисков с помощью приводов, поддерживающих данную технологию. Технология разработана компаниями Hewlett-Packard и Lite-On в 2005 году.

*Labelflash* – технология, позволяющая наносить свои рисунки на записываемые диски DVD и BD, была представлена фирмой NEC в 2005 г. Эта технология подобна *LightScribe*, но не совместима с ней. Рисунок может наноситься как на рабочую поверхность диска, так и на обратную. В первом случае теряется часть полезной емкости диска, для второго необходим диск со специальным покрытием.

## 2.4 Твердотельные накопители

Твердотельный накопитель (Solid-State Drive, SSD) – компьютерное немеханическое запоминающее устройство на основе микросхем памяти, которое пришло на смену накопителям на магнитных дисках. Интенсивное насыщение рынка накопителей SSD происходит после 2011 г. в связи с увеличением ёмкости, удешевлением стоимости и повышением надёжности микросхем памяти типа EEPROM.

Кроме микросхем памяти SSD содержит управляющий контроллер, а также микросхемы оперативной буферной памяти. Наиболее распространённый вид твердотельных накопителей использует для хранения информации флэш-память, однако существуют варианты накопителей, в которых массив памяти создаётся на базе DRAM-памяти, снабжённой дополнительным источником питания.

В настоящее время твердотельные накопители используются не только в компактных устройствах, но и всё шире и шире используются и в стационарных компьютерах для повышения их производительности.

По сравнению с традиционными жёсткими магнитными дисками (HDD), твердотельные накопители имеют меньший размер и вес и большую скорость передачи данных, но в несколько раз (5-7) большую стоимость за гигабайт и значительно меньшую износостойкость (ресурс записи). Однако с каждым годом технические параметры SSD улучшаются, в связи с чем твердотельными накопителями всё чаще оснащаются компьютеры-серверы.

Небольшие твердотельные накопители могут встраиваться в один корпус с магнитными жёсткими дисками, образуя гибридные жёсткие диски SSHD (Solid-State Hybrid Drive). Флэш-память в них может использоваться либо в качестве буферной кэш-памяти небольшого объёма (4-8 Гб), либо (реже) быть доступной как отдельный накопитель (Dual-Drive Hybrid Systems). Подобное объединение позволяет воспользоваться частью преимуществ флэш-памяти (быстрый произвольный доступ) при сохранении небольшой стоимости хранения больших объёмов данных.

Основным компонентом во флэш-памяти является МОП-транзистор (МОП – Металл-Оксид-Проводник) с плавающим затвором, который является разновидностью полевых транзисторов. Его отличие в том, что у него есть дополнительный затвор (плавающий),

расположенный между управляющим затвором и р-слоем. Плавающий затвор изолирован от канала транзистора, и хранимый в нём отрицательный заряд будет оставаться надолго.

В зависимости от конкретной технологии хранения информации микросхемы памяти, используемые в SSD, подразделяются на четыре группы: SLC, MLC, TLC, QLC.

### 3. ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Образцы и фотографии устройств внешней памяти, специальная учебная и справочная литература, Интернет-ресурсы по аппаратному обеспечению ЭВМ, программные средства просмотра файлов в формате PDF и DJVU.

### 4. ЗАДАНИЕ НА РАБОТУ

Задание на лабораторную работу выдается каждому студенту в индивидуальном порядке. Оно содержит базовые технические параметры устройства долговременной памяти, для которого следует составить подробное техническое описание. Преподаватель может предоставить студенту для изучения устройства внешней памяти его натурный образец либо фотографию в бумажном или электронном виде.

### 5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

ххix. Ознакомиться с теоретическими положениями лабораторной работы, изучить классификацию и функциональные возможности компьютерных устройств внешней памяти. Ответить на контрольные вопросы.

ххх. Получить у преподавателя индивидуальное задание – базовые параметры периферийные устройства (тип накопителя, типоразмер, форм-фактор, ёмкость, интерфейс и др.).

ххxi. Выполнить поиск периферийного устройства, соответствующего исходным данным.

ххxii. Составить письменное подробное техническое описание заданного устройства внешней памяти. Описание изучаемого устройства должно сопровождаться необходимыми схемами, рисунками, графиками, диаграммами, фотографиями.

ххxiii. Оформить отчет о проделанной работе.

ххxiv. Защитить отчет перед преподавателем с демонстрацией навыков определения основных параметров внешней памяти микро-ЭВМ и ПК.

При составлении технического описания периферийного устройства следует отразить следующие их свойства и параметры:

- модель устройства;
- габаритные размеры и масса устройства;
- информационная ёмкость устройства;
- интерфейс сопряжения устройства с системной платой или контроллером;
- особенности конструкции устройства (например, количество магнитных дисков, скорость вращения дисков, объём буферной памяти, тип микросхем памяти и др.);
- параметры производительности устройства в операциях чтения и записи данных;
- прочие свойства и возможности устройства внешней памяти.

Отчет по лабораторной работе выполняется на листах писчей бумаги формата А4. По согласованию с преподавателем отчет может быть оформлен в ученической тетради. Страницы отчета должны быть пронумерованы. Отчет должен содержать:

1. титульный лист, выполненный по общепринятому образцу;
2. текст индивидуального задания;
3. подробное техническое описание изучаемого устройства;

4. библиографический список использованных источников информации, выполненный по ГОСТ 7.1-84.

## 6. ПРИМЕР ОПИСАНИЯ УСТРОЙСТВА ВНЕШНЕЙ ПАМЯТИ

Накопитель на жестких магнитных дисках (НЖМД или "винчестерский накопитель") модели Maxtor 6Y080P0 производства фирмы Maxtor Corporation емкостью 76 Гбайт. Интерфейс накопителя с контроллером – Parallel ATA-133.

Дисковый накопитель 6Y080P0 входит в семейство накопителей DiamondMax Plus 9, которые появились в 2002 г. Накопители данного семейства содержат модели, в которых емкости дисков составляют 60 или 80 Гбайт. Для дисков с прошивкой ПЗУ YAR41VW0 плотность записи составляет 60 GB на пластину, для дисков с обозначением YAR41BW0 плотность записи зависит от объема диска – 80 Гбайт на один диск для моделей емкостью 80 и 160 Гбайт и 60 Гбайт на один диск – для 60 и 120-гигабайтных моделей. Емкость дисков семейства DiamondMax Plus 9 составляет 60, 80, 120, 160, 200, 250 Гбайт. Кодовое обозначение накопителя – 6Yxxxz0, где xxx – емкость, z — тип диска (L – «обычный» накопитель с двухмегабайтным буфером, P – накопитель с восьмимегабайтным буфером, M – накопитель с интерфейсом Serial ATA). Накопители с различным объемом буферной памяти различаются типами соответствующих микросхем ОЗУ.

Внешние виды изучаемого накопителя представлены ниже:

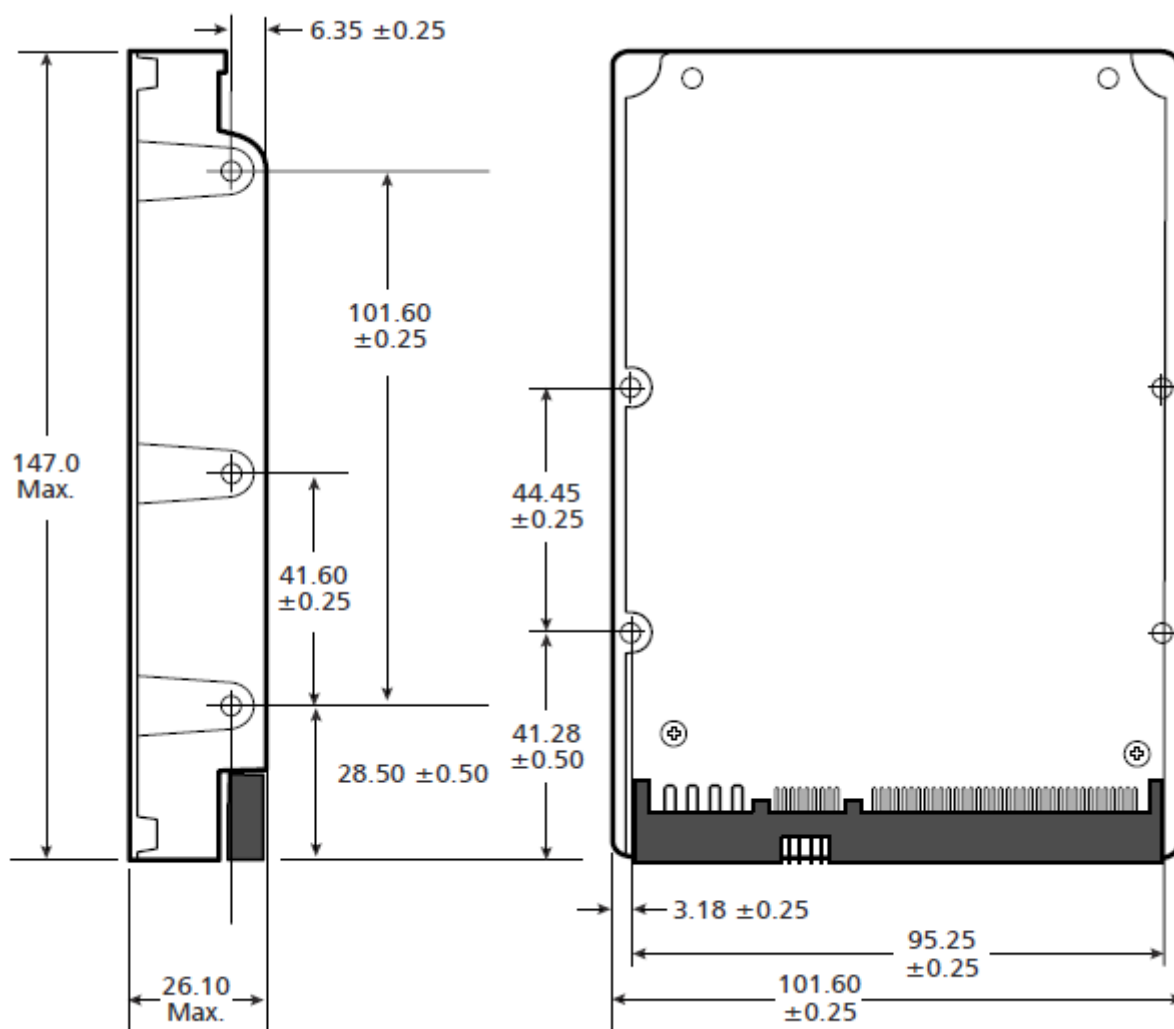


Изучаемый накопитель имеет следующие физические параметры:

- типоразмер накопителя – 3,5";
- количество магнитных дисков – 1;
- количество магнитных головок – 2;
- частота вращения магнитного диска – 7200 мин<sup>-1</sup>;
- полный объем буферной памяти – 8 Мбайт;
- максимальная скорость передачи информации – 133 Мбайт/с;
- неформатированная емкость – 78167 Мбайт;
- количество зон записи на сторону магнитного диска – 16;
- количество секторов на внутренней магнитной дорожке – 610;
- количество секторов на внутренней магнитной дорожке – 1102;
- максимальная плотность записи – 54,752 Гбит/кв. дюйм;
- время перемещения магнитной головки между соседними дорожками – 0,9 мс;
- среднее время поиска информации – не более 9,3 мс;

- максимальное время поиска информации – не более 20 мс;
- диапазон скорости передачи данных между носителем информации и интерфейсом – от 460 до 830 Мб/с;
- пиковая потребляемая мощность – 22,4 Вт;
- средняя потребляемая мощность – 8,3 Вт;
- потребляемая мощность в состоянии покоя – 7,1 Вт;
- потребляемая мощность в состоянии "сон" – 1,1 Вт;
- диапазон температур эксплуатации – от 0 до 55°C;
- диапазон температур хранения накопителя – от -40 до +71°C;
- количество циклов "старт-стоп" – не менее 50000;
- интенсивность отказов накопителя – 1 ошибка на  $10^{15}$  считанных байт;
- срок службы накопителя – 5 лет.

Габаритные размеры накопителя представлены на следующем рисунке:



Логические параметры этого накопителя:

- количество цилиндров 158816;
- количество магнитных головок – 16;
- количество секторов на дорожке – 63;
- общее количество секторов – 160086528 по 512 байт.

Данный накопитель оснащен системой самодиагностики SMART и поддерживает технологии управления энергопотреблением (Power Management), защиты информации (Security Mode), шумопонижения (Automatic Acoustic Management), отложенной записи (Write Cache).



Накопитель снабжен разъемом электропитания типа Molex, напряжения питания +5 В и +12 В.

Техническое описание и тестирование накопителя 6Y080P0 приведено на сайте IXBT: <https://www.ixbt.com/storage/maxtor-6y080p0.shtml>. Фирменная техническая документация (на английском языке) по накопителям семейства DiamondMax Plus 9 расположена по следующему адресу: [https://www.seagate.com/staticfiles/maxtor/en\\_us/documentation/manuals/diamondmax\\_plus\\_9\\_manual.pdf](https://www.seagate.com/staticfiles/maxtor/en_us/documentation/manuals/diamondmax_plus_9_manual.pdf).

## 7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие устройства образуют подсистему долговременного хранения данных в микро-ЭВМ или ПК?
2. Что означают широко используемые англоязычные аббревиатуры FDD, HDD, ODD, SSD, SSHD?
3. Перечислите общие технические параметры для всех устройств внешней памяти.
4. Каково общее устройство накопителей на магнитных дисках?
5. Какими преимуществами обладают накопители на жёстких магнитных дисках?
6. Наиболее крупные производители накопителей на жёстких магнитных дисках?
7. Какими недостатками обладают накопители на жёстких магнитных дисках?
8. Каково устройство гибких магнитных дисков?
9. Перечислите специфические технические параметры гибких магнитных дисков.
10. Какие гибкие магнитные диски применялись в микро-ЭВМ и ПК?
11. Какие интерфейсы использовались для сопряжения приводов гибких магнитных дисков с системными платами ПК?
12. Перечислите специфические технические параметры накопителей на жёстких магнитных дисках.
13. Какие интерфейсы применяются для сопряжения приводов на жёстких магнитных дисках с системными платами и контроллерами ПК?
14. Каково назначение оптических дисков в современной информатике?
15. Какими свойствами различаются между собой диски типа CD, DVD, BR?
16. Перечислите достоинства оптических дисков?
17. Перечислите недостатки оптических дисков?
18. Перечислите специфические технические параметры приводов оптических дисков.
19. Какие интерфейсы применяются для сопряжения оптических приводов с системными платами и контроллерами ПК?
20. Наиболее крупные производители оптических дисков и накопителей на оптических дисках?
21. Каков принцип работы твердотельных накопителей?
22. Что означают термины SLC, MLC, TLC, 3D-NAND, QLC?
23. Перечислите достоинства твердотельных накопителей.
24. Перечислите недостатки твердотельных накопителей.
25. Какие интерфейсы используются для сопряжения твердотельных накопителей с системными платами микро-ЭВМ и ПК?
26. Перечислите основные технические параметры интерфейсов устройств внешней памяти: PATA, SATA, SCSI, SAS, U.2, M.2.
27. Что означают термины "внутренний привод" и "внешний привод"?
28. Чем различаются между собой внешние и внутренние устройства внешней памяти?
29. Каким образом осуществляется электропитание внутренних устройств внешней памяти?

30. Каким образом осуществляется электропитание внешних устройств долговременной памяти?

## 8. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

### 8.1. Основная литература

41. Асмаков С.В., Пахомов С.О. Железо 2010. КомпьютерПресс рекомендует. – СПб.: Питер, 2010. – 416 с.
42. Гук М. Аппаратные средства IBM PC: Энциклопедия. – 3-е изд. – М.и др.: Питер, 2006. – 923 с.
43. Колесниченко О.В., Шишигин И.В. Аппаратные средства PC. 5-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 1152 с.
44. Колесниченко О.В. Аппаратные средства PC. / Колесниченко О.В., И.В. Шишигин, В.Г. Соломенчук. 6-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 800 с.
45. Максимов Н.В., Партыка Т.Л., Попов И.И. Технические средства информатизации: учебник. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013. – 592 с.
46. Мураховский В.И. Железо ПК. Новые возможности. – СПб.: Питер, 2005. – 592 с.
47. Мюллер С. Ремонт и модернизация ПК. 19-е изд. Пер. с англ. – М.: ООО "И.Д. Вильямс", 2011. – 1072 с.
48. Попов С.Н. Аппаратные средства мультимедиа. Видеосистема PC / Под ред. О.В. Колесниченко, И.В. Шишигина. – СПб.: БХВ-Петербург; Арлит, 2000. – 400 с.
49. Токарев В.Л. Аппаратные средства вычислительной техники: учеб. пособие для вузов. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2005. – 470 с.
50. Mueller Scott M. Upgrading and Repairing PC's. 22<sup>nd</sup> edition. – QUE Publishing, 2015. – 1428 p.

### 8.2. Периодические издания

21. "Компьютер-Пресс" [электронный ресурс]: ежемесячный компьютерный журнал. – ISSN 0868-6157. <http://compress.ru>.
22. "Мир ПК": ежемесячный журнал для пользователей персональных компьютеров. – ISSN 0235-3520. <http://www.osp.ru/pcworld/>.
23. "Hard'n'Soft" [электронный ресурс]: популярный ежемесячный журнал для увлеченных компьютерной техникой. – ISSN . <http://www.hardnsoft.ru/>.
24. "PC Magazine" / Russian Edition (на русском языке): ежемесячный компьютерный журнал. – ISSN 0869-4257. <http://www.pcmag.ru/>.
25. "Upgrade": еженедельный компьютерный журнал. – ISSN 1680-4694. <http://upweek.ru/>.

### 8.3. Интернет-ресурсы

18. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru>.
19. Интернет-Университет информационных технологий [www.intuit.ru](http://www.intuit.ru).
20. Интернет-ресурсы по аппаратному и программному обеспечению вычислительной техники: [www.ferra.ru](http://www.ferra.ru), [www.ixbt.com](http://www.ixbt.com), [www.3dnews.ru](http://www.3dnews.ru), [www.overclockers.ru](http://www.overclockers.ru), [www.notebookcheck.ru](http://www.notebookcheck.ru), [www.thg.ru](http://www.thg.ru), [www.hardwareluxx.ru](http://www.hardwareluxx.ru), [www.3dnews.ru](http://www.3dnews.ru).
21. Интернет-ресурсы производителей устройств внешней памяти и носителей информации для микро-ЭВМ и ПК.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

### РАСЧЕТ ТЕХНИЧЕСКИ ОБОСНОВАННОЙ МОЩНОСТИ ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ КОМПЬЮТЕРА

#### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Изучение методик оценки потребляемой мощности системным блоком IBM PC-совместимого ПК и микроЭВМ, технически обоснованного выбора блока питания и программных средств расчета энергопотребления компьютера с целью приобретения навыков грамотного проектирования и эксплуатации вычислительных систем.

#### 2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Источник электрического питания (или блок питания – БП) IBM-совместимого микрокомпьютера преобразует входное напряжение переменного тока, изменяющееся в диапазоне от 100 до 240 В и частотой 50 или 60 Гц, в систему стабилизированных выходных напряжений постоянного тока, обеспечивающих работу всех узлов и блоков компьютера. Основной функцией источника электропитания является обеспечение стабильного заданного выходного напряжения при изменении в широких пределах входного напряжения, выходного тока и рабочей температуры. Степень, с которой источник электропитания обеспечивает стабильность выходного напряжения в заданных условиях эксплуатации, является основным показателем качества источника.

Компьютерный блок питания обычно выполняется как самостоятельный унифицированный модуль и располагается внутри системного блока. На рис. 5.1 представлена конструкция типичного блока питания типа АТ. В ноутбуках и некоторых малогабаритных компьютерах блок питания может быть внешним.

Блоки питания типа АТ изначально были разработаны фирмой IBM и широко применялись в микроЭВМ и ПК до начала 2000-х гг. Типичный блок типа АТ обеспечивает четыре уровня выходных напряжений постоянного тока: +5 В, –5 В, +12 В, –12 В. Блоки питания типа АТ имеют три основные разновидности – для компьютеров типа PC/XT, PC/AT и PS/2 соответственно.

В настоящее время блоки питания АТ в вычислительной технике полностью вытеснены блоками АТХ. Блоки питания типа АТХ были представлены фирмой Intel в 1995 г. и с 1996 г. стали интенсивно внедряться в компьютерную технику. Блок питания типа АТХ в отличие от блока типа АТ обеспечивает пять уровней питающих напряжений постоянного тока: +3,3 В, +5 В, –5 В, +12 В, –12 В. При этом основная нагрузка на блок питания приходится на линии +3,3 В, +5 В и +12 В, а линии –5 В и –12 В являются вспомогательными. На рис. 5.3 и 5.4. представлены конструкции типичных блоков питания типа АТХ спецификаций 1.x и 2.x соответственно.

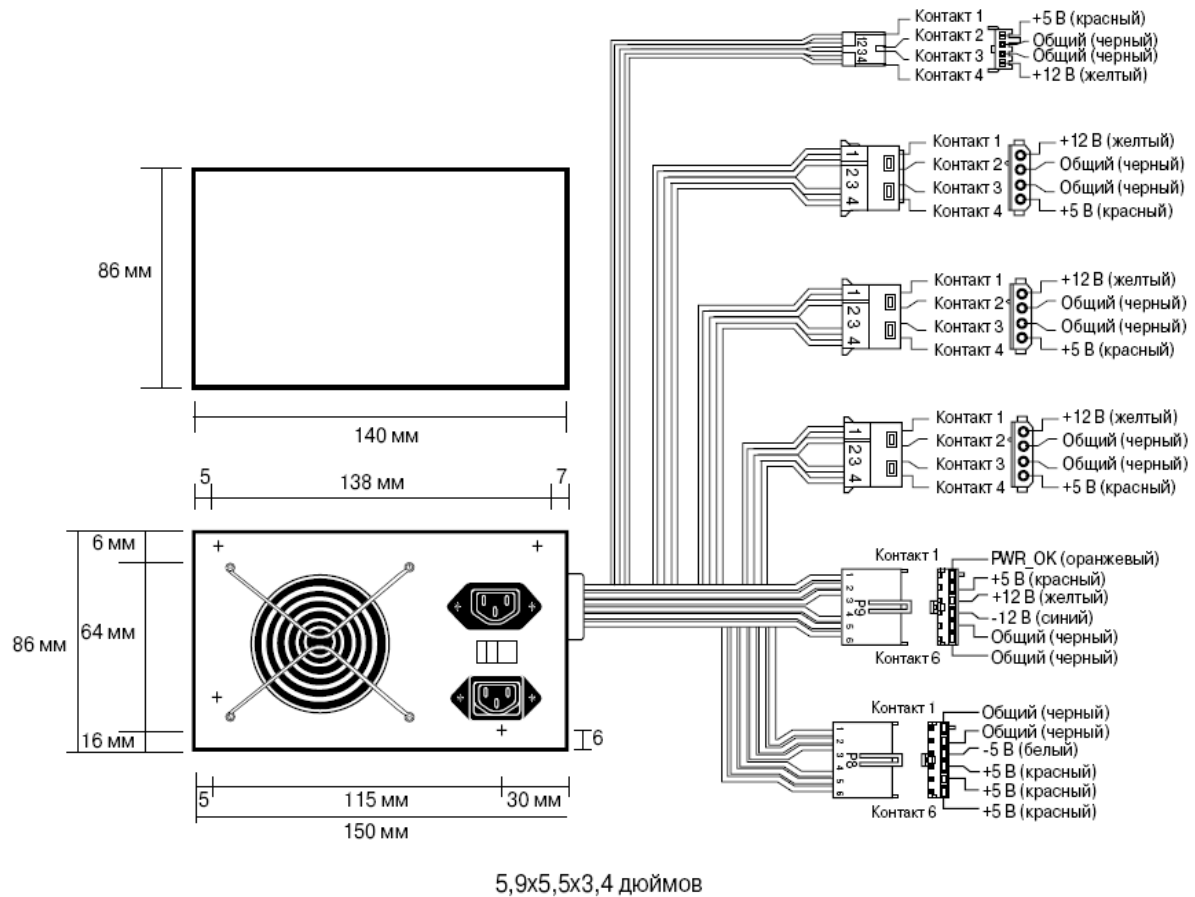


Рис. 5.1. Блок питания типа АТ

Типичный блок питания типа АТ имеет примерные габаритные размеры 150×150×213 мм, а блок типа АТХ – 140×150×85 мм. На внешней (задней) панели блок питания имеет 3-контактный разъем для подключения сетевого кабеля. Кроме этого здесь же могут располагаться 3-контактный разъем для подключения сетевого кабеля монитора компьютера, выключатель питания и переключатель сетевого напряжения (115/230 В). Для блока питания типа АТ выключатель питания обычно устанавливается на передней панели корпуса системного блока и соединяется с блоком 2- или 4-проводным кабелем высокого напряжения (рис. 5.2).

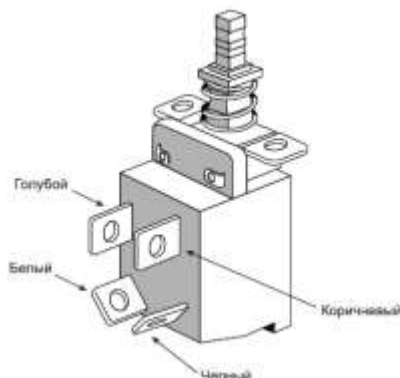


Рис.5.2. Дистанционный выключатель блока питания типа АТ

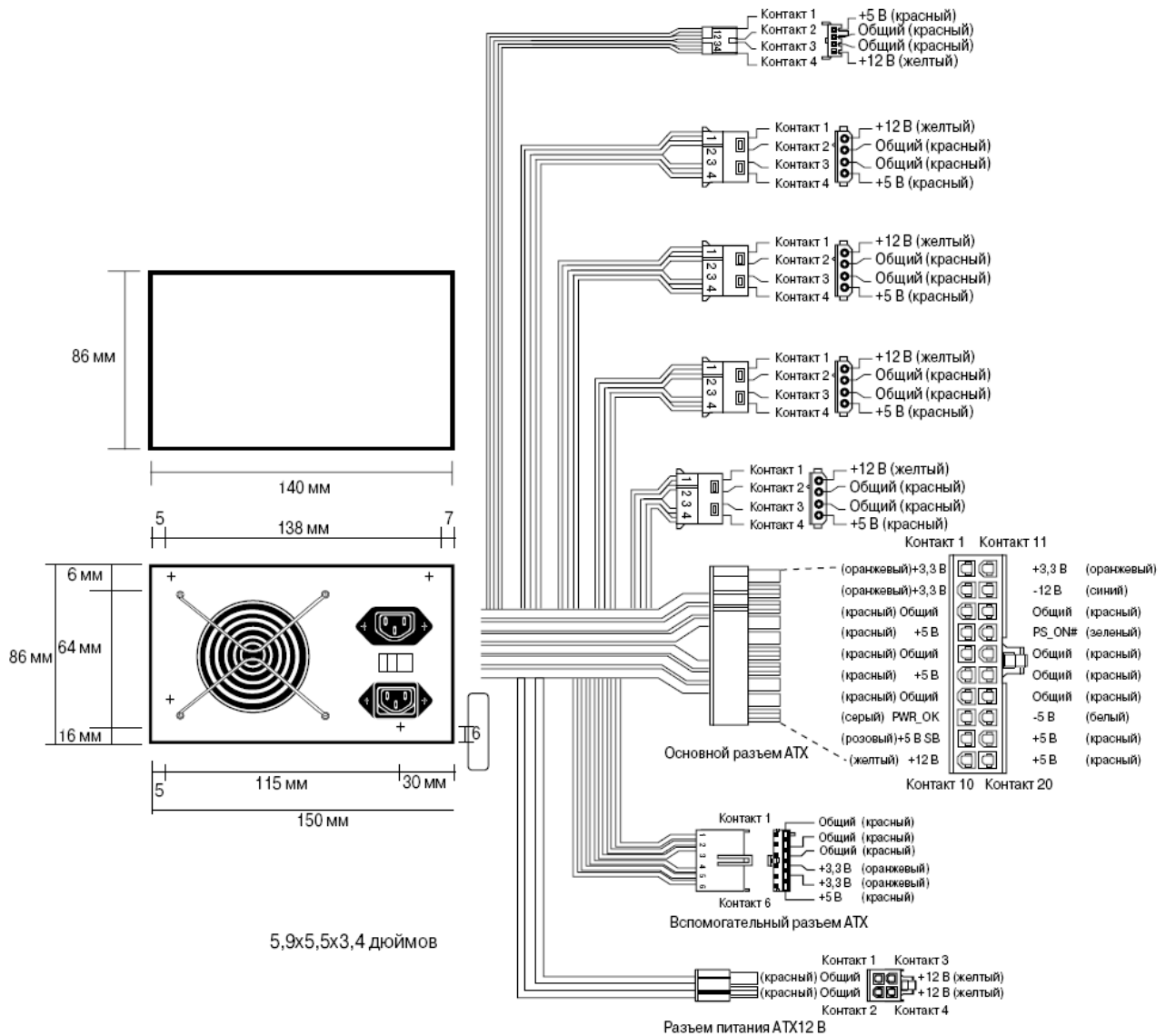


Рис. 5.3. Блок питания типа ATX спецификации 1.x

С обратной стороны блока питания, находящейся внутри системного блока компьютера, выходит жгут разноцветных проводов с выходными пластмассовыми разъемами (как правило, белого цвета), посредством которых выходные напряжения подаются к узлам и блокам компьютера (системной плате, периферийным устройствам, устройствам охлаждения и др.). По цвету провода можно определить, какое напряжение подается с его помощью на соответствующий контакт выходного разъема. Цвет проводов регламентирован следующими правилами:

- желтый – +12 В;
- красный – +5 В;
- оранжевый – +3,3 В;
- синий – -12 В;
- белый – -5 В;
- черный – общий ("земля", "корпус").

Все входные и выходные разъемы унифицированного блока питания также имеют унифицированную конструкцию, поэтому подключение их к соответствующим устройствам компьютера обычно не вызывает затруднений.



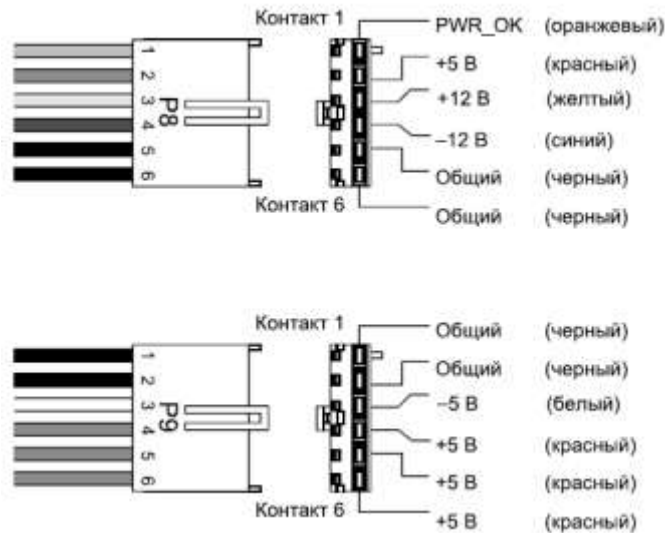


Рис. 5.5 Разъемы питания системной платы типа АТ

Для блока питания типа АТХ главный разъем системной платы – это один 20- или 24-контактный двухрядный разъем. На рис. 5.6 показан 20-контактный разъем питания типа АТХ, а на рис. 5.7 – схема 24-контактного разъема. 24-контактный разъем питания изначально был представлен еще в 1998 г. и предназначался для серверных систем. В настольных ПК он начал внедряться с 2004 г. Данный разъем содержит 4 дополнительных контакта для обеспечения напряжений +3,3, +5, +12 В, а также общий ("земляной") контакт.

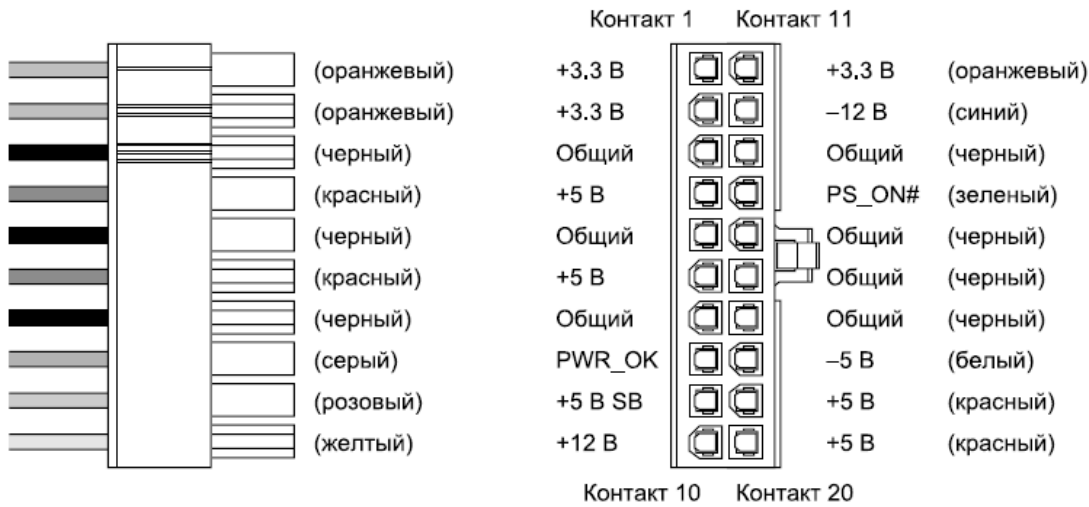


Рис. 5.6. 20-контактный разъем питания системной платы типа АТХ

24-контактный разъем типа АТХ может иметь либо монолитную конструкцию, либо состоять из двух разделяющихся частей – 20-контактной и 4-контактной. Конструкция АТХ-разъемов предусматривает полную их взаимозаменяемость с соответствующими разъемами системной платы компьютера.

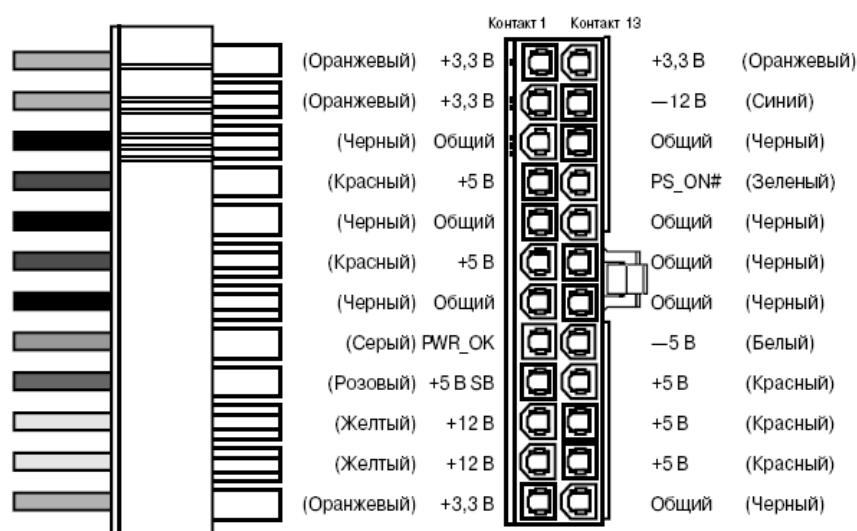


Рис. 5.7. 24-контактный разъем питания системной платы типа ATX

2. Один или два дополнительных разъема питания системной платы. Это могут быть 6-контактный однорядный разъем AUX (рис. 5.8), 4- или 8-контактный двухрядный разъем ATX12V. С помощью этих разъемов запитываются цепи питания микропроцессора. На рис. 5.9 показан 4-контактный разъем ATX12V, а на рис. 5.10 – схема 8-контактного разъема.

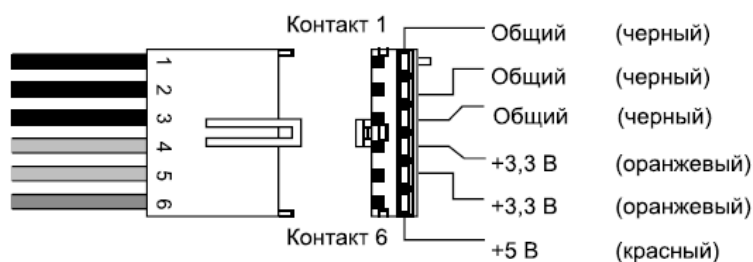


Рис. 5.8. Дополнительный разъем питания системной платы

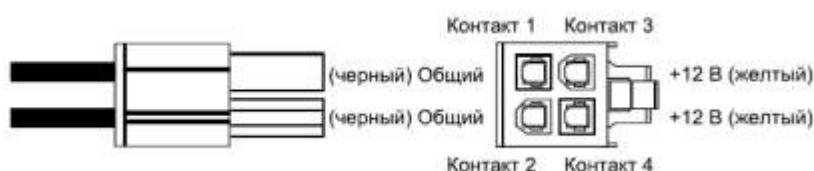


Рис. 5.9. 4-контактный разъем питания типа ATX12V

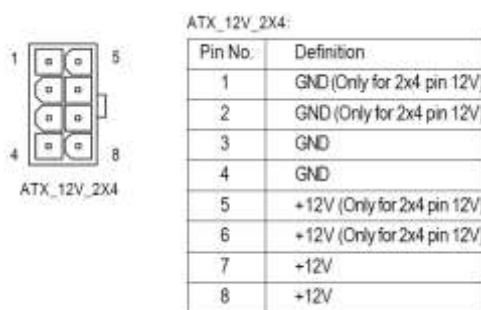


Рис. 5.10. 8-контактный разъем питания типа ATX12V

3. Один или два малогабаритных 4-контактных разъема белого цвета для подключения флоппи-дисководов формата 3,5 дюйма (рис. 5.11).





Рис. 5.11. Разъем питания НГМД

4. От четырех до восьми 4-контактных разъемов типа Molex (рис. 5.12) для подключения периферийных устройств ("винчестерских" накопителей, приводов CD/DVD, флоппи-дисководов формата 5,25 дюйма, некоторых видеоадаптеров с повышенной потребляемой мощностью и др.).

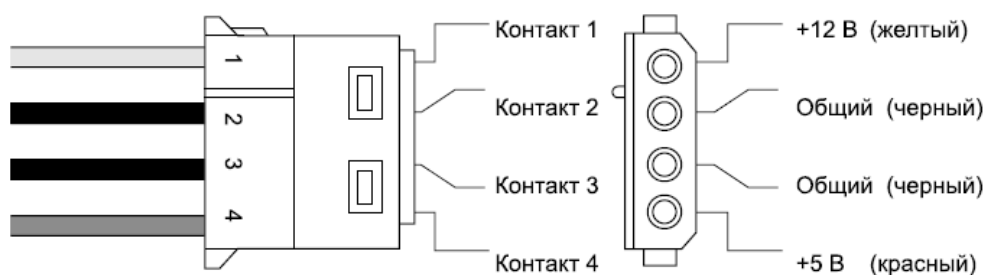


Рис. 5.12. Разъем питания периферийных устройств

5. Один, два или более разъемов черного цвета типа Molex для подключения устройств с интерфейсом Serial-ATA (рис. 5.13). Разъем содержит 15 контактов, через которые на устройство подаются напряжения +3,3 В, +5 В, +12 В.

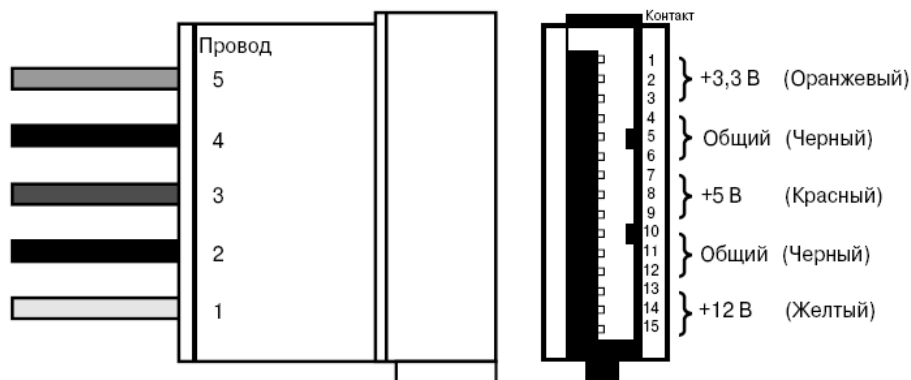


Рис. 5.13. Разъем питания устройств с интерфейсом Serial-ATA

6. Один или два специальных разъема (6 или 8 контактов) для отдельного питания мощного видеоадаптера напряжением +12 В. Наиболее распространенный 6-контактный разъем показан на рис. 5.14. Видеоадаптеры с интерфейсом PCI-Express 16x, имеющие уровень потребляемой мощности более 75 Вт, также оснащаются одним или двумя 6-контактными разъемами дополнительного электропитания или одним 8-контактным разъемом.

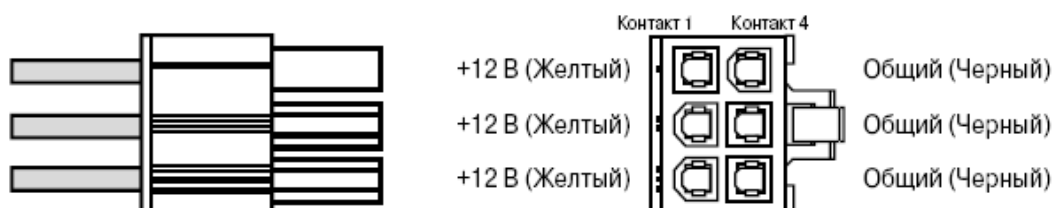


Рис. 5.14. 6-контактный разъем питания видеоадаптера

7. В ряде случаев блок питания типа АТХ может быть снабжен дополнительным 6-контактным двухрядным разъемом, который содержит линии питания интерфейса FireWire (IEEE-1394), регулирования скорости вентилятора блока питания и обратной связи для регулирования напряжения по линии +3,3 В.

Компьютерные блоки питания строятся по бестрансформаторной схеме подключения к сети переменного тока и представляют собой импульсные источники питания, которые характеризуются высоким КПД (более 70 %) и малыми массой и габаритными размерами. Для получения постоянных напряжений в импульсном блоке питания с бестрансформаторным подключением к сети переменного тока осуществляется тройное преобразование напряжения. Исходное переменное напряжение выпрямляется и сглаживается. Полученное постоянное напряжение высокого потенциала преобразуется в импульсы прямоугольной формы частотой несколько десятков килогерц, которое далее трансформируется с помощью высокочастотного трансформатора, выпрямляется и сглаживается.

Характерной особенностью блока питания АТХ по сравнению с блоком АТ является программное управление режимами его работы: включение, выключение, регулирование скорости охлаждающего вентилятора (стандартный блок питания типа АТ таких функций обычно не поддерживает).

Как правило, компьютерные блоки питания имеют воздушное принудительное охлаждение. Для этого обычно используется один встроенный в блок вентилятор. Блоки повышенной мощности и надежности могут иметь два охлаждающих вентилятора. При этом скорости вращения охлаждающих вентиляторов регулируются в зависимости от нагрузки. Блоки питания небольшой мощности для портативных компьютеров могут иметь пассивное охлаждение (охлаждающие вентиляторы отсутствуют).

Крупными производителями блоков питания для микрокомпьютеров являются фирмы Antec, Chieftec, Codegen, Delta, Enermax, FSP, HEC, HPC, Hyper, Inwin, LinkWorld, Lokur, PowerMan, PowerMaster, Zalman и др.

Основная характеристика компьютерного блока питания – номинальная мощность, которая для разных типов компьютеров варьируется в пределах от 145 до 1000 Вт. Наибольшее распространение в действующих компьютерах получили блоки питания типа АТ с номинальной мощностью 200 и 230 Вт и блоки питания типа АТХ с номинальной мощностью 235, 250 и 300 Вт. В последнее время в микрокомпьютерах все чаще применяются блоки питания АТХ с повышенной номинальной мощностью: 350, 400, 450, 550 Вт и более.

В малогабаритных корпусах типа micro-ATX и аналогичных могут использоваться блоки питания меньшей мощности – 145, 180, 240 Вт. В больших корпусах типа BigTower, используемых обычно для сетевых серверов, и корпусах компьютеров специального назначения могут применяться блоки питания с повышенной мощностью – от 500 до 1000 Вт.

Энергопотребление (и тепловыделение) современных микрокомпьютеров имеет тенденцию к непрерывному росту. Величина TDP (Thermal Design Power – максимальное расчетное энергопотребление, ограниченное теплоотдачей процессора) современных микропроцессоров для универсальных микрокомпьютеров составляет 130 Вт для процессоров типа Pentium 4, Pentium D, Core 2 в исполнении LGA-775, 110 Вт для процессоров семейства Athlon 64 в исполнении Socket-939, 140 Вт для процессоров типа Athlon 64 X2 и Phenom в исполнении Socket-AM2 и Socket-AM3. Поэтому в связи с увеличением среднего и максимального энергопотребления системные платы для микропроцессоров типа Pentium D, Core 2 Duo, Core 2 Quad, Athlon 64, Athlon 64 X2, Phenom кроме основного разъема питания оснащаются дополнительным разъемом ATX12V, имеющим 4 или 8 контактов и через который напряжение +12 В подается на

смонтированный на системной плате преобразователь напряжения питания микропроцессора. Широкое внедрение в микрокомпьютеры мультиядерных микропроцессоров неизбежно ведет к увеличению средней потребляемой мощности при тех же значениях TDP или же к увеличению TDP до 140 Вт и более. В этой связи необходимо отметить, что некоторые системные платы с 24-контактным разъемом основного электропитания, не работают при подключении к ним 20-контактного разъема блока питания.

Энергопотребление многих современных видеоадаптеров уже превосходит допустимые границы для разъема интерфейса AGP спецификации 3.0 (42 Вт), AGP Pro (50 Вт) и вплотную приблизилось к пределу для разъема интерфейса PCI-Express спецификации 1.1 (75 Вт). Спецификация разъема интерфейса PCI-Express версии 2.0 уже предусматривает потребляемую периферийным устройством мощность до 150 Вт. Поэтому для повышения надежности работы мощные видеоадаптеры (и современные блоки питания) оснащаются одним разъемом (или даже двумя разъемами) дополнительного электропитания. Кроме этого, некоторые системные платы с несколькими разъемами интерфейса PCI-Express 16x, которые предусматривают одновременную работу двух и более видеоадаптеров, оснащаются дополнительным 4-контактным разъемом питания типа Molex, устанавливаемым в непосредственной близости от разъемов PCI-Express.

Использование в вычислительной системе не менее двух параллельно работающих видеоадаптеров в режиме SLI (Scalable Link Interface) для видеокарт фирмы nVidia или в режиме CrossFire для видеокарт фирмы ATI неизбежно удваивает объем энергопотребления. Кроме этого, некоторые модели особо мощных видеоадаптеров (например, GeForce 9800GX2, Radeon HD 3870 X2, Radeon HD4870 X2) содержат два видеоконтроллера. Еще более энергонапряженной является технология Quad SLI, которая предусматривает одновременную работу двух видеоадаптеров с четырьмя видеоконтроллерами. Поэтому специалисты в области аппаратного обеспечения ЭВМ отмечают, что тенденции к уменьшению энергопотребления видеоконтроллеров пока не заметно – так, например, флагманские разработки видеоконтроллеров фирмы nVidia GeForce 7900GTX, 8800GTX, 9800GTX, GTX 260, GTX 280, Quadro потребляют при интенсивной работе порядка 200 ... 250 Вт! Высокопроизводительные видеоконтроллеры семейства Radeon фирмы ATI типа X1800XT, X1900XTX, X1950XTX, X2900XT, HD 3870, HD 4870, HD 4890 также характеризуются высокими уровнями энергопотребления. Именно поэтому многие современные видеоадаптеры, характеризующиеся высоким энергопотреблением, обязательно оснащаются специальным разъемом для непосредственного подключения к блоку питания компьютера; если разъем дополнительного питания видеоадаптера не используется, то видеоадаптер может не работать в штатном режиме.

На рост потребляемой компьютерами мощности оказывает влияние и внедрение в микроЭВМ и ПК технологии RAID, которая требует наличия в компьютере двух и более "винчестерских" накопителей. Использование в компьютере нескольких приводов CD/DVD, дисковых накопителей с частотой вращения магнитных дисков 10000-15000 мин<sup>-1</sup> с интерфейсом SCSI и Serial-ATA II, нескольких сетевых адаптеров типа Gigabit Ethernet, специальных плат расширения, а также дополнительных охлаждающих вентиляторов ведет к повышению нагрузки на блок питания компьютера.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что блок питания следует выбирать исходя из текущей или планируемой конфигурации системного блока. Или, наоборот, для сборки компьютера следует подбирать комплектующие таким образом, чтобы нагрузка на блок питания соответствовала его характеристикам.

Сведения об энергопотреблении основных компонентов системного блока IBM-совместимого компьютера приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1

## Потребляемая мощность элементов микрокомпьютеров

Компонент	Максимальная потребляемая мощность, Вт	Основное энергопотребление по линии блока питания
Pentium III 1400 МГц	35	+5 В
Xeon MP 3,6 ГГц	103	+12 В
Pentium 4 XE 3,73 ГГц	130	+12 В
Core 2 Duo E6850 2,66 ГГц	90	+12 В
Core 2 Duo E8500 3,16 ГГц	65	+12 В
Athlon 1400 МГц	72	+5 В
Athlon-XP 3200+	80	+5 или +12 В
Athlon 64 FX-55	110	+12 В
Athlon 64 X2 4000+	110	+12 В
Системная плата	15-35	+3,3, +5, +12 В
Модули оперативной памяти	5-10 (512 Мбайт DDR DIMM PC3200)	+3,3 или +5 В
	15-20 (4096 Мбайт DDR2 DIMM PC6400)	
Видеоадаптер ISA, VLB	5-10	+5 В
Видеоадаптер PCI	10-20	+5 В
Видеоадаптер AGP	10-20 (base)	+3,3 или +5 В
	20-50 (mainstream)	+3,3 или +5 В
	60-80 (performance)	+3,3 или +5 В, +12 В
Видеоадаптер PCI-E	40-75 (base)	+3,3 или +5 В, +12 В
	75-150 (mainstream)	
	150-250 (performance)	
Звуковой адаптер	5-10	+5 В
Сетевой адаптер	5-10	+5 В
Плата Multi I/O	4-8	+5 В
Плата модема	4-6	+5 В
Платы расширения	5-10	+5 В
НЖМД	5-30	+5, +12 В (*)
НГМД	5 (3,5"), 10 (5,25")	+5, +12 В
Привод CD/DVD/Blu-ray	10-25	+5, +12 В
Порты COM, LPT, USB	8-10	+5 В
Клавиатура	2	+5 В
Вентиляторы	1-5	+12 В
(*) В разъеме питания НЖМД, приводов DVD и Blu-ray с интерфейсом Serial-ATA есть линия +3,3 В, но не все устройства требуют ее для работы.		

Необходимо отметить, что приведенные в таблице значения соответствуют максимальным потребляемым мощностям, которые имеют место быть лишь при интенсивной непрерывной работе компьютера. В периоды простоя уровень потребляемой мощности существенной снижается. Это справедливо для микропроцессора, модулей памяти, видеоадаптера. Для "винчестерских" накопителей энергопотребление достигает максимума во время запуска накопителя при включении и записи данных.

Суммируя энергопотребление компонентов компьютера, получаем, что потребляемая мощность вычислительной системы среднего уровня не превышает 300 Вт, а для высокопроизводительной системы укладывается в 350 ... 500 Вт. Однако допустимая мощность блока питания, указываемая в его технических характеристиках, как правило, не

постоянная, а максимальная. Блок питания может работать с такой мощностью лишь кратковременно, например, при запуске компьютера. В рабочем, продолжительном режиме мощность, которую может обеспечить блок питания, может быть значительно ниже максимальной, указанной в маркировке блока. Даже качественные блоки питания известных производителей имеют рабочую мощность ниже заявленной пиковой. Так, например, блок питания с маркировкой 300 Вт может обеспечивать в рабочем режиме по цепям +5, +12 и +3,3 В суммарную мощность не более 280 Вт. При этом следует учитывать распределение нагрузки по отдельным линиям питания (+5, +12, +3,3 В), которое у различных блоков питания может быть разным (табл. 5.2).

Таблица 5.2

Требования стандартов к нагрузочной способности  
блоков питания ATX мощностью 300 Вт

Стандарт	Максимальное потребление тока по цепям, А						Суммарная мощность по линиям
	+3,3 В	+5 В	+12 В	+5 В stanby	–5 В	–12 В	
ATX	20	30	12	1,5	0,3	0,8	180
ATX12V 1.1	28	30	15	2,0	0,3	0,8	180
ATX12V 1.3	27	36	18	2,0	–	0,8	< 195
ATX12V 2.0	20	20	8+14 (*)	2,0	–	0,3	<= 120
ATX12V 2.2	18	12	8+13 (*)	2,5	–	0,3	<= 120

(\*) В блоках питания стандарта ATX12V 2.x один внутренний источник +12 В, но по требованиям безопасности он представляется как два с отдельной защитой от перегрузок по току. При этом линия +12В1 соединяется с разъемами питания ATX и периферийных устройств, а линия +12В2 – с 4-контактным разъемом +12 В.

С целью облегчения расчета потребляемой компьютером мощности и подбора блока питания существует сервисная программа Power Supply Calculator, разработанная российским программистом Александром Леменковым. Программа содержит обширную базу по паспортным данным блоков питания, энергопотреблению различных процессоров и видеокарт (рис 5.15). При этом пользователь при необходимости имеет возможность самостоятельно модифицировать и дополнять базу данных программы.

С помощью данной программы пользователь может также оценить энергопотребление системного блока того компьютера, за которым непосредственно работает. С этой целью интерфейс программы имеет командную кнопку "Detect CPU and Video Card", которая активирует процедуру идентификации микропроцессора и видеоадаптера. Однако для выполнения данной лабораторной работы эта возможность программы не используется.

**Power Supply Calculator**

**CPU**  
 Core: Athlon 64 Winchester  
 Frequency: 1809  
 Voltage: 1.425v  
 VRM Efficiency: 75%  
 VRM Input Voltage: 5v  
**58W**

**Motherboard**  
 Memory: Slot 1: 8 chips, Slot 2: 8 chips, Slot 3: None, Slot 4: None  
 Power input: +12v  
 Motherboard: 20 W  
 CPU Cooler: 4 W  
 Case fans: 1 per 2 W  
 HDD: 1 per 12 W  
 CDRW/CDRW/DVD: 1 per 20 W  
 Other: 10 W  
 Video card: GeForceFX 5700

**Summary power**  
 +3.3V 5A +5V 20A +12V 5A +12V2  
**178W (200W peak)**

**Power supply comparison**  
 InWin IW-ISP300J2 Good **250W** 3.3V 20A 5V 25A +12V 17A 12V2 0A

Voltages testing Detect CPU and Video card About program Exit

Рис 5.15. Программа Power Supply Calculator

Кроме этого программа Power Supply Calculator имеет возможность выполнить стресс-тест для оценки стабильности напряжений при пиковом потреблении процессора. Этот тест активируется после нажатия командной кнопки "Voltages testing" и использует показатели аппаратного мониторинга напряжений системной платы. В рамках данной лабораторной работы выполнять тест блока питания лабораторного компьютера не требуется.

Кроме программы Power Supply Calculator существует также онлайн-сервис eXtreme PSU Calculator, размещенный по адресу <http://extreme.outervision.com/index.jsp> (рис. 5.16). С помощью этого ресурса пользователь имеет возможность с высокой степенью точности рассчитать энергопотребление элементов системного блока компьютера с учетом количества и конкретных технических особенностей самых современных компьютерных комплектующих. Работа с программой достаточно проста: пользователь в интерактивном режиме вводит исходные данные, а в левом нижнем углу экрана отображается значение потребляемой мощности (на рис. 5.16 не показано). В ходе работы с программой пользователю предоставляется возможность вывести на печать протокол с результатами расчета. В настоящее время на сайте разработчиков программы eXtreme PSU Calculator уже представлена ее вторая версия.

**eXtreme PSU Calculator v1.3**

**Latest Updates:**  
 March 5, 2006 | February 15, 2006 | February 8, 2006 | February 1, 2006 | January 26, 2006 | January 17, 2006

The total Watts is important but the **Total Amperage Available** on the +12V Rail(s) is the most important, followed by the +5V amperage and then the +3.3V amperage. Because of the increased power consumption of the new high-power video cards the recommended minimum for +12V is **24A**, for SLI **35A**.

For more information about Power Supplies please read the best PSU guide ever *Power Supply Guide for Today's & Tomorrow's Computers* by "davidhammock200" (ExtremeOverclocking.com).

---

**System Type:**  
 Single Processor

**CPU:**  
 -- Select

**CPU Utilization (TDP\*):**  
 100% TDP

**Overclock my CPU!** ☐

Stock CPU speed (MHz) 0  
 Stock Vcore (V) 0  
 Overclocked CPU speed (MHz) 0  
 Overclocked Vcore (V) 0

**Overclocked CPU Wattage:** 0

**RAM:**  
 -- Select

**Video Card:** -- Select **Video Type:** Single Card

**Hard Drives**

<b>IDE 5400 rpm:</b> -- Select	<b>IDE 7200 rpm:</b> -- Select	<b>SCSI 7200 rpm:</b> -- Select
<b>SCSI 10,000 rpm:</b> -- Select	<b>SCSI 15,000 rpm:</b> -- Select	<b>SATA:</b> -- Select

**Drives:**

<input type="checkbox"/> CD-ROM Drive	<input type="checkbox"/> DVD-RW / DVD+RW Drive
<input type="checkbox"/> DVD-ROM Drive	<input type="checkbox"/> Tape Drive
<input type="checkbox"/> CD-RW Drive	<input type="checkbox"/> Zip Drive
<input type="checkbox"/> DVD/CDRW Combo Drive	<input type="checkbox"/> Floppy Drive

**Other Hardware:** Motherboard, Keyboard & Mouse

**PCI Cards:**

<input type="checkbox"/> 56K PCI Modem	<input type="checkbox"/> PCI IDE Controller Card
<input type="checkbox"/> PCI Network Interface Card	<input type="checkbox"/> PCI IDE RAID Controller Card
<input type="checkbox"/> Sound Blaster - All Models	<input type="checkbox"/> PCI SCSI Controller Card
<input type="checkbox"/> Sound Blaster w/ Front Bay	<input type="checkbox"/> PCI SCSI RAID Controller Card

**Additional PCI Card (avg):**  
 -- Select

**External Devices:**  
 (Only check if device draws power from the system)

**USB:** -- Select **FireWire:** -- Select

**Other Devices:**

<input type="checkbox"/> Fan Controller
<input type="checkbox"/> Front Bay Card Reader
<input type="checkbox"/> Front Bay LCD Display

**Other Accessories:**

<b>Fans</b>	80mm	92mm	120mm
Regular	-- Select	-- Select	-- Select
LED	-- Select	-- Select	-- Select
High Performance	-- Select	-- Select	-- Select

**Cold Cathodes:**  
 -- Select

**Water Cooling:**  
 (Only devices that draw power from the system)

**Water Pumps**

-- Select	1st Pump
-- Select	2nd Pump

**Water Cooling Kit:**  
 -- Select

**Pump Relay:**  
 -- Select

Рис. 5.16. Фрагмент экрана программы eXtreme PSU Calculator

### 3. ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

IBM PC-совместимый ПК, операционная система Windows, сервисная программа Power Supply Calculator или аналогичная, операционная оболочка типа Norton Commander, текстовый редактор, лабораторные блоки питания типа АТ и АТХ.

### 4. ЗАДАНИЕ НА РАБОТУ

Задание на лабораторную работу выдается каждому студенту в индивидуальном порядке. Далее приведен пример текста индивидуального задания для выполнения данной лабораторной работы:

Микропроцессор:	AMD Athlon XP-A, 1833 MHz (5.5 x 333)
Кэш-память L1:	128 KB
Кэш-память L2:	512 KB (On-Die, Full-Speed)
Модель системной платы:	Chaintech 7NIF2
Чипсет системной платы:	nVidia nForce2 IGP
Тип BIOS:	Award PnP (06/30/03)
Оперативная память:	2x256 MB (PC2700 DDR SDRAM)
Коммуникационные порты	1 serial, 1 parallel

Флоппи-дисковод: 1440 KB  
 Жесткий диск: 1 (Maxtor 6Y080P0, 78167 MB, ATA-133)  
 Привод CD/DVD: 1 (SONY DVD-ROM/CD-RW CRX320E)  
 Видео: GeForce 4MX Integrated GPU (32 MB)  
 Звуковая карта: nVIDIA MCP2 - Audio Codec Interface  
 Модем: USR 56k Internal WinModem (Model 3595)  
 Сетевой адаптер: nVIDIA MCP2 - LAN Controller  
 Вентиляторы: 2  
 Блок питания: InWin

---

## 5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

xxxv. Ознакомиться с теоретическими положениями лабораторной работы, изучить систему технических параметров блоков питания для компьютерной техники, ответить на контрольные вопросы.

xxxvi. Изучить конструкцию, систему входных и выходных напряжений, технические параметры лабораторных блоков питания типа АТ и АТХ.

xxxvii. Уяснить содержание индивидуального задания. Оценить суммарную мощность, потребляемую компонентами системного блока компьютера. Результаты оценки оформить в виде таблицы следующего формата:

**Расчет энергопотребления системным блоком компьютера**

№ п/п	Компонент системного блока	Оценка потребляемой мощности, Вт
1.	Микропроцессор	...
2.	Оперативная память	...
3.	Видеоадаптер	...
...	...	...
	Итого:	...

Для заполнения таблицы достоверной информацией следует воспользоваться рекомендуемыми библиографическими источниками, материалами из компьютерной периодической печати (журналы "Компьютер-Пресс", "Железо", "Hard'n'Soft" и др.), а также информационными материалами, представленными в сети Интернет на сайтах [www.ixbt.com](http://www.ixbt.com), [www.thg.ru](http://www.thg.ru), [www.overclockers.ru](http://www.overclockers.ru), [www.fcenter.ru](http://www.fcenter.ru), [www.ferra.ru](http://www.ferra.ru), [www.3dnews.ru](http://www.3dnews.ru).

xxxviii. Запустить программу Power Supply Calculator. Выполнить подбор блока питания, соответствующего заданным исходным данным.

xxxix. Запустить программу eXtreme PSU Calculator. Выполнить альтернативный расчет энергопотребления компьютера, соответствующего заданным исходным данным. Сделать необходимые выводы по работе.

xl. Оформить отчет о проделанной работе и защитить отчет перед преподавателем.

Отчет по лабораторной работе выполняется на листах писчей бумаги формата А4. По согласованию с преподавателем отчет может быть оформлен в ученической тетради. Страницы отчета должны быть пронумерованы. Отчет должен содержать:

1. титульный лист, выполненный по общепринятому образцу;
2. текст исходного индивидуального задания;
3. результаты предварительного расчета потребляемой компьютером мощности, выполненного вручную;
4. результаты расчета потребляемой компьютером мощности, выполненные с помощью программы Power Supply Calculator;



5. результаты расчета потребляемой компьютером мощности, выполненные с помощью программы eXtreme PSU Calculator;
6. сравнительный анализ выполненных расчетов и выводы по работе;
7. библиографический список, выполненный по ГОСТ 7.1-84.

## 6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

158. Каким образом осуществляется электропитание компонентов системного блока IBM-совместимых микроЭВМ и ПК?
159. Почему в последнее время резко возросли требования к мощности и качеству блоков питания IBM-совместимых микроЭВМ и ПК?
160. Каковы причины роста потребляемой мощности современных IBM-совместимых микроЭВМ и ПК?
161. Какие уровни питающих напряжений вырабатывает блок питания компьютера?
162. В чем состоят принципиальные технические различия между блоками питания типа AT и ATX?
163. Каким образом осуществляется электропитания системных плат типа AT и ATX?
164. Какие разновидности блоков питания предусматривает спецификация ATX?
165. Какими техническими параметрами характеризуется блок питания компьютера?
166. Какими электрическими разъемами оснащаются компьютерные блоки питания?
167. Какие основные требования предъявляются к качеству блоков питания современных микрокомпьютеров?
168. Какие компоненты системного блока IBM-совместимого компьютера характеризуются высокими уровнями потребляемой электрической энергии?
169. Какие модели микропроцессоров типа 80x86 характеризуются наиболее высокими параметрами энергопотребления?
170. Что означает термин TDP?
171. Какие модели микропроцессоров Intel характеризуются наиболее высокими параметрами энергопотребления?
172. Какие модели микропроцессоров AMD характеризуются наиболее высокими параметрами энергопотребления?
173. Каким образом осуществляется электропитание системной платы IBM PC-совместимого компьютера?
174. Какие модели видеоадаптеров характеризуются наиболее высокими параметрами энергопотребления?
175. Каким образом осуществляется электропитание видеоадаптеров?
176. Каким образом осуществляется электропитание периферийных устройств компьютера?
177. Какие выходные линии блока питания используются для питания микропроцессоров, видеоадаптеров, дисковых накопителей, плат расширения с интерфейсами ISA, PCI, AGP и др.?
178. Какие выходные цепи блока питания должны обладать повышенной нагрузочной способностью?
179. Каково назначение и функциональные возможности программы Power Supply Calculator?
180. Каким образом программы Power Supply Calculator может быть адаптирована к вновь разработанным аппаратным компонентам компьютеров?
181. Каково назначение и функциональные возможности программы eXtreme PSU Calculator?
182. Какие средства применяются в IBM-совместимых микроЭВМ и ПК для снижения потребляемой ими электрической энергии?

## 7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

51. Борзенко А.Е. IBM PC: устройство, ремонт, модернизация. – М.: Компьютер–Пресс, 1996. – 344 с.
52. Головков А.В., Любичкий В.Б. Блоки питания для системных модулей типа IBM PC-XT/AT. – М.: ЛАД и Н, 1995. – 151 с.
53. Гук М. Аппаратные средства PC. Энциклопедия. – СПб: Питер, 2006. – 1072 с.
54. Колесниченко О.В., Шишигин И.В. Аппаратные средства PC. – СПб: БХВ, 2004. – 1024 с.
55. Кучеров Д.П., Куприянов А.А. Современные источники питания ПК и периферии. Полное руководство. – М.: Наука и Техника, 2007. – 342 с.
56. Мюллер С. Модернизация и ремонт ПК. – М.: Вильямс, 2008. – 1328 с.
57. Соломенчук В. Г., Соломенчук П.В. Железо ПК 2004. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 368 с.
58. Соломенчук В. Г., Соломенчук П.В. Железо ПК 2005. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 480 с.
59. Соломенчук В. Г., Соломенчук П.В. Железо ПК 2006. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 448 с.
60. Соломенчук В. Г., Соломенчук П.В. Железо ПК 2007. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 498 с.
61. Соломенчук В. Г., Соломенчук П.В. Железо ПК 2008. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 480 с.
62. Соломенчук В. Г., Соломенчук П.В. Железо ПК 2009. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 448 с.
63. Соломенчук В. Г., Соломенчук П.В. Железо ПК 2010. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 440 с.
64. Соломенчук В. Г., Соломенчук П.В. Железо ПК 2011. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 384 с.

## Приложение 1.

## Значения TDP микропроцессоров Intel в исполнении Socket-478

Обозначение микропроцессора	Наименование ядра процессора	TDP, Вт
Pentium 4 1400 – 1800 МГц	Willamette	66
Pentium 4 2000 – 2800 МГц	Northwood	66
Pentium 4 2800 – 3400 МГц	Prescott	89
Celeron 1700, 1800 МГц	Willamette	66
Celeron 2000 – 2800 МГц	Northwood	60
Celeron 2400 – 3200 МГц	Prescott	68

## Значения TDP микропроцессоров Intel в исполнении LGA-775

Обозначение микропроцессора	Наименование ядра процессора	TDP, Вт
Celeron 4xx	Conroe-L	35
Celeron D	Prescott	84
Celeron D	Cedar Mill	65
Celeron Dual-Core E1xxx	Conroe	65
Core 2 Duo E4xxx, E6xxx	Conroe, Allendale	65
Core 2 Extreme QX6xxx	Kentsfield, Yorkfield	130
Core 2 Duo E5xxx, E7xxx, E8xxx	Wolfdale	65
Core 2 Quad Q6xxx, Q8xxx, Q9xxx	Kentsfield, Yorkfield	95
Core 2 Quad Q8xxxS, Q9xxxS	Yorkfield	65
Pentium D 9xx	Presler	95
Pentium D 8xx	Smithfield	130
Pentium Dual-Core E2xxx, E5xxx	Conroe, Wolfdale	65
Pentium 4 5xx	Prescott	84
Pentium 4 6xx	Cedar Mill	86

## Значения TDP микропроцессоров Intel в исполнении LGA-1366

Обозначение микропроцессора	Наименование ядра процессора	TDP, Вт
Core i7	Bloomfield	130

## Значения TDP микропроцессоров Intel в исполнении LGA-1156

Обозначение микропроцессора	Наименование ядра процессора	TDP, Вт
Core i5, Core i7	Lynnfield	95

## Значения TDP микропроцессоров Intel в исполнении LGA-1155

Обозначение микропроцессора	Наименование ядра процессора	TDP, Вт
Core i3		65
Core i5, Core i7		95

## Приложение 2.

## Значения TDP микропроцессоров AMD в исполнении Socket-A

Обозначение микропроцессора	Наименование ядра процессора	TDP, Вт
Athlon XP 1466 – 2250 МГц	Thoroughbred	68
Athlon XP 1833 – 2333 МГц	Barton	68
Duron 1000 – 1300 МГц	Morgan	55
Duron 1400 – 1800 МГц	Applebred	48

## Значения TDP микропроцессоров AMD в исполнении Socket-939

Обозначение микропроцессора	Наименование ядра процессора	TDP, Вт
Athlon 64 2800+ – 3800+	NewCastle	89
Athlon 64 3000+ – 3500+	Winchester	68
Athlon 64 3000+ – 4000+	Orleans	62
Athlon 64 LE	Sparta	45
Athlon 64 X2 3800+ – 5200+	Windsor	89
Athlon 64 X2 3800+ – 6000+	Brisbane	65
Athlon 64 X2 BE	Brisbane	45
Sempron 2800+ – 3800+	Manila	62
Sempron LE	Sparta, Lima	45

## Значения TDP микропроцессоров AMD в исполнении Socket-AM2 (AM2+)

Обозначение микропроцессора	Наименование ядра процессора	TDP, Вт
Phenom II X4	Deneb	125
Phenom X4	Agena	95
Phenom X3	Toliman	95
Athlon X2	Kuma	95
Athlon 64 X2 3800+ – 6000+	Windsor	89
Athlon 64 X2 3800+ – 6000+	Brisbane	65
Athlon 64 3000+ – 4000+	Orleans	62
Athlon 64 X2 BE	Brisbane	45
Athlon LE	Lima	45
Sempron 2800+ – 3800+	Manila	62
Sempron 2100+ – 2300+	Brisbane	65
Sempron LE	Sparta, Lima	45

## Значения TDP микропроцессоров AMD в исполнении Socket-AM3

Обозначение микропроцессора	Наименование ядра процессора	TDP, Вт
Phenom II X6	Deneb	140
Phenom II X4	Deneb	95/125
Phenom II X4 EE	Deneb	65

Phenom II X3	Heka	95
Phenom II X3 EE	Heka	65
Phenom II X2	Callisto	80
Athlon II X4	Propus	95
Athlon II X4 EE	Propus	45
Athlon II X3	Rana	95
Athlon II X3 EE	Rana	45
Athlon II X2	Regor	65
Sempron	Sargas	45

## Приложение 3.

## Ориентировочные значения максимальной потребляемой мощности видеоадаптерами

Видеоадаптер ATI/AMD	Максимальная потребляемая мощность, Вт	Видеоадаптер nVidia	Максимальная потребляемая мощность, Вт
Radeon 9600 Pro	20	GeForce FX5700	25
Radeon 9600 XT	20	GeForce FX5700 Ultra	25
Radeon 9800 Pro	53	GeForce FX5900 Ultra	60
Radeon 9800 XT	70	GeForce FX5950 Ultra	78
Radeon X700 Pro	33	GeForce 6600	30
Radeon X800 Pro	55	GeForce 6600 GT	48
Radeon X800 XT	65	GeForce 6800	40
Radeon X800 GT	40	GeForce 6800 GS	55
Radeon X800 GTO	50	GeForce 6800 GT	65
Radeon X800 XL	50	GeForce 6800 Ultra	77
Radeon X850 XT	70	GeForce 7300 GS	16
Radeon X1300 Pro	30	GeForce 7300 GT	20
Radeon X1600 XT	40	GeForce 7600 GS	27
Radeon X1650 XT	40	GeForce 7600 GT	36
Radeon X1800 XL	60	GeForce 7800 GT	57
Radeon X1800 XT	105	GeForce 7800 GTX	95
Radeon X1800 GTO	75	GeForce 7900 GT	57
Radeon X1900 GT	75	GeForce 7900 GTX	120
Radeon X1900 XT	110	GeForce 7950 GX2	143
Radeon X1900 XTX	120	GeForce 8600 GTS	47
Radeon X1950 XTX	125	GeForce 8800 GT	105
Radeon HD 2600 XT	50	GeForce 8800 GTS	140
Radeon HD 2900 XT	160	GeForce 8800 GTX	150
Radeon HD 3650	40	GeForce 8800 Ultra	180
Radeon HD 3850	63	GeForce 9400 GT	50
Radeon HD 3870	110	GeForce 9500 GT	50
Radeon HD 3870 X2	196	GeForce 9600 GT	95
Radeon HD 4350	20	GeForce 9600 GT Green	75
Radeon HD 4550	25	GeForce 9800 GT	105
Radeon HD 4650	55	GeForce 9800 GT Green	75
Radeon HD 4670	59	GeForce 9800 GTX	170
Radeon HD 4830	95	GeForce 9800 GX2	185
Radeon HD 4850	110	GeForce GTX 260	140
Radeon HD 4850 X2	180	GeForce GTX 275	170
Radeon HD 4870	170	GeForce GTX 280	236

Видеоадаптер ATI/AMD	Максимальная потребляемая мощность, Вт	Видеоадаптер nVidia	Максимальная потребляемая мощность, Вт
Radeon HD 4870 X2	275	GeForce GTX 285	183
Radeon HD 4890	190	GeForce GTX 295	290
Radeon HD 4770	80	GeForce GTS 250	160
		GeForce GT 220	50

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

### ОПЕРАЦИОННЫЕ ОБОЛОЧКИ ПК

#### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Задачей данной лабораторной работы является изучение функциональных возможностей наиболее популярных операционных оболочек для IBM-совместимых ПК с целью приобретения практических навыков эффективного управления компьютером.

#### 2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Операционные оболочки, или файловые менеджеры, существенно упрощают работу пользователя с файловой системой ПК и предоставляют дополнительные возможности по управлению компьютером. Эти программы появились относительно давно, в эпоху операционных систем типа CP/M и MS-DOS, имевших неудобный командный язык. Первой удачной, а потому ставшей чрезвычайно популярной программой для IBM-совместимых ПК стала операционная оболочка Norton Commander, которая появилась в 1986 году. Причиной чрезвычайно широкой популярности программы Norton Commander стал удачно спроектированный многооконный видеоинтерфейс с пользователем, основанный на системе иерархических меню, управляемых и с помощью клавиатуры, и с помощью манипулятора "мышь". Оболочка наглядно отображала многоуровневую файловую структуру магнитных дисков и делала более удобным ввод команд операционной системы. На основе идеи Питера Нортон в дальнейшем было разработано многочисленное семейство клонов Norton Commander. Отметим далее лишь некоторые из них, разработанные как компьютерными фирмами, так и отдельными программистами:

- PIE Commander (PIE Systems International, Россия);
- Volcov Commander (Всеволод Волков, Украина);
- DOS Navigator (RIT Research Labs, Молдова);
- NDN (Денис Смирнов, Россия);
- WinCommander (Мегасофт, Россия);
- Total Commander (Кристиан Гислер, Швейцария);
- FAR manager (Евгений Рошаль, Россия);
- DISCo Commander (DISCo, Россия);
- WinNavigator (Виктор Кокарев, Россия);
- Frigate (WnSoft, Россия);
- Jet Commander (Франк Клосер, Германия);
- Turbo Browser (Pacific Gold Coast, США);
- Nico's Commander (Нико Каппен, Нидерланды);
- WinNC (Dunes Multimedia, Нидерланды);
- Byte Manager (Петер Тот, Венгрия);
- Folder Manager (Виктор Петров и Дмитрий Невожай, Россия).

Перечисленные программы предназначены для работы в среде операционных систем MS-DOS и Windows. Аналогичные операционные оболочки разработаны и для операционных систем семейства UNIX (например, Midnight Commander и Demo Commander).

Несмотря на то, что операционные системы семейства Windows имеют в своем составе собственную управляющую оболочку Explorer ("Проводник"), оболочки типа Norton Commander остаются до сих пор популярным инструментом управления ПК, и даже разработан специальный вариант Norton Commander для Windows.

Практически все операционные оболочки предназначены, главным образом, для запуска программ, отображения на экране монитора содержимого файловой структуры накопителей на магнитных дисках, манипулирования файлами и каталогами. Эти программы имеют в своей основе одинаковые принципы построения и функционирования, различаясь лишь в деталях.

Основные функциональные возможности оболочек и приемы работы с ними рассмотрим на примере оболочки Norton Commander, ставшей в компьютерном мире своеобразным эталоном среди программ данного назначения.

Перед запуском оболочки необходимо определить, на каком накопителе ПК (C:, D:, E: и т.д.) и в каком каталоге размещены ее файлы. Обычно эти файлы располагаются в каталоге с примерным наименованием NC, VC и т.п. При этом центральным программным файлом оболочки является, например, `nc.exe` или `vc.com`. Запуск оболочки осуществляется с помощью командной строки, например:

```
C:\NC\>nc
```

В среде операционной системы Windows командную строку запуска оболочки можно ввести с помощью пункта "Выполнить" главного меню системы, активизируемого с помощью кнопки "Пуск". После запуска центральной программы на экране монитора появятся одно или два окна оболочки. Структура экрана операционной оболочки показана на рис. 1.1.

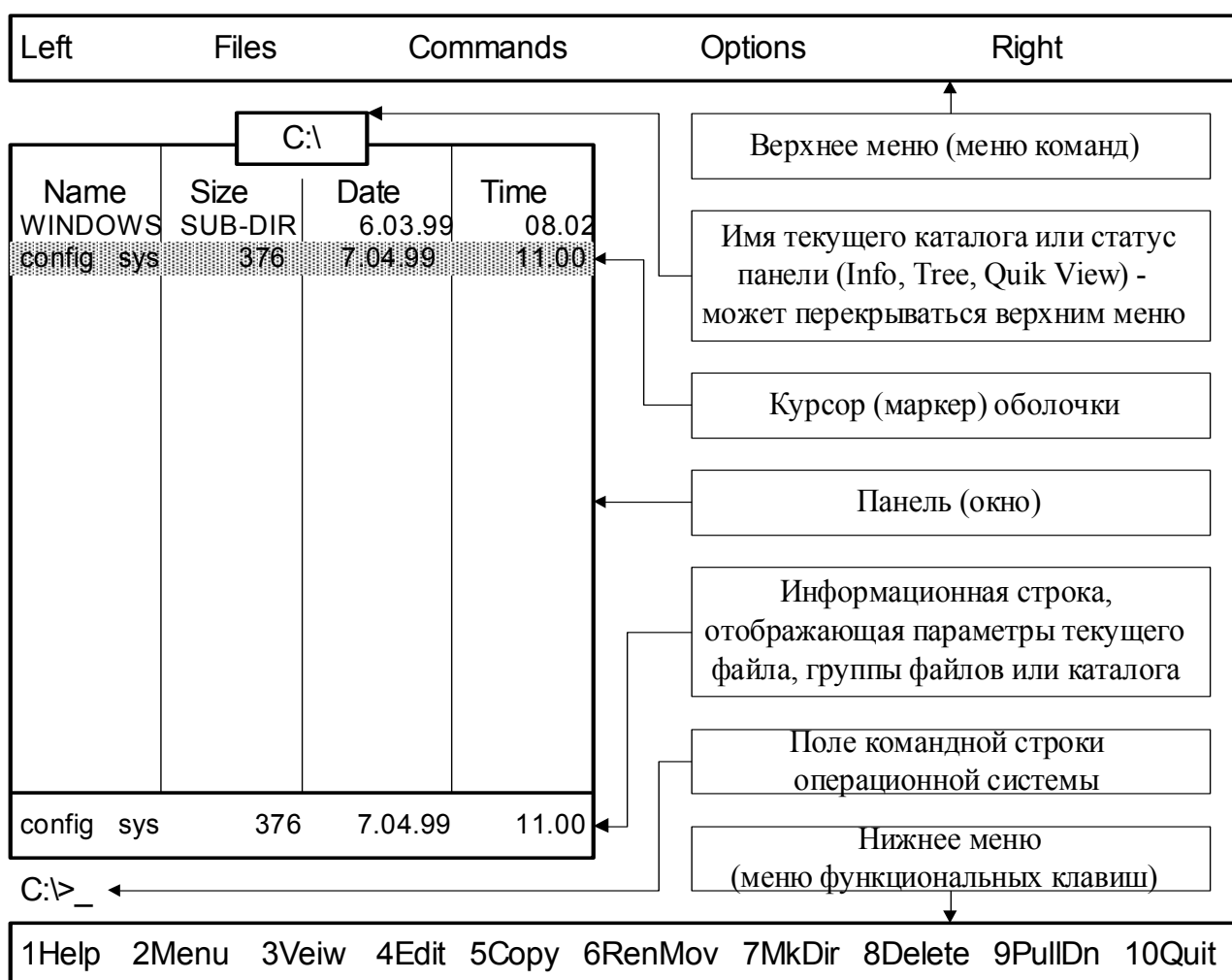


Рис. 1.1. Схема экрана операционной оболочки Norton Commander (показана только левая панель полной высоты в режиме **Full**)



На экране цветного монитора будут отображаться две *панели* синего цвета (или только одна из них, справа или слева). Эти панели являются основными деталями экрана оболочки. В них отображаются списки имен каталогов и файлов. Имена файлов обычно выводятся строчными буквами, а имена каталогов – прописными и они обычно предшествуют файлам. Панели обычно занимают весь экран, но есть возможность сделать панели половинной высоты. В правом верхнем углу правого окна могут располагаться *часы*.

В процессе работы оболочки на экране могут появляться окна красного цвета, сообщающие о каких-либо ошибках, и диалоговые окна, предлагающие выбрать какой-либо параметр, например идентификатор накопителя.

На одной из панелей располагается *маркер*, являющийся курсором оболочки и представляющий собой выделение слова другим фоном (обычно серо-зеленым). Маркер указывает на текущий файл или каталог. Панель, на которой находится маркер, является *активной*, противоположная панель – *неактивной*. Если компьютер оснащен манипулятором "мышь", то на экране будет присутствовать курсор "мыши", который представляет собой прямоугольник (или стрелку), имеющий цвет, контрастный цвету панели (на синем фоне курсор "мыши" будет красного цвета).

Экран оболочки может исчезнуть автоматически, если в течение некоторого времени компьютер не используется. Вместо экрана оболочки при этом будет выводиться заставка (screen saver), как правило, в виде звездного неба. Экран оболочки можно погасить принудительно, если переместить курсор "мыши" в правый верхний угол экрана. Для возобновления работы с оболочкой следует нажать на любую клавишу клавиатуры или переместить "мышь".

Для перемещения маркера между панелями предназначена клавиша **Tab**. Для перемещения маркера внутри панели используются клавиши управления курсором: **Home**, **End**, **PageUp**, **PageDown**. Клавиши **Home** и **End** перемещают маркер соответственно в начало или конец списка каталогов и файлов, а клавиши **PageUp** и **PageDown** – соответственно на страницу вверх или на страницу вниз.

Для просмотра содержимого каталога на него следует установить маркер и нажать клавишу **Enter**. При этом объект ".." (две точки) обозначает выход в вышестоящий каталог. Чтобы запустить на выполнение программный файл, маркер следует установить на соответствующее имя и нажать клавишу **Enter**.

С помощью клавиши **Insert** можно выделять файлы или каталоги. Имена выделенных объектов обычно отображаются желтым цветом. Все манипуляции с выделенными объектами (копирование, удаление и другие) будут производиться как с единым целым. Для выделенных файлов будет выводиться их суммарный объем. Отмена выделения также осуществляется с помощью клавиши **Insert**.

Диалоговые окна могут содержать *командные кнопки*, выполненные в виде слова, заключенного в прямоугольные скобки, например [**Copy**]. Перемещаться по командным кнопкам можно с помощью клавиш управления курсором, клавиши **Tab** или курсора "мыши".

В самой нижней строке экрана обычно располагается *нижнее меню*, или *меню функциональных клавиш*, в котором перечислены десять команд оболочки, выполняемых после нажатия функциональных клавиш **F1** – **F10**. Рядом с кратким наименованием каждой команды расположена цифра от 1 до 0, обозначающая порядковый номер (от 1 до 10) соответствующей функциональной клавиши. Функциональные клавиши имеют следующие общепринятые назначения:

- F1** – вызов справочника;
- F2** – вызов меню пользователя;
- F3** – просмотр содержимого отмеченного маркером файла;
- F4** – редактирование содержимого отмеченного маркером файла;
- F5** – копирование отмеченного маркером файла, каталога, группы файлов или группы каталогов;

**F6** – перенос отмеченного маркером файла, каталога, группы файлов или группы каталогов;

**F7** – создание каталога в активной панели;

**F8** – удаление отмеченного маркером файла, каталога, группы файлов или группы каталогов;

**F9** – вызов верхнего меню;

**F10** – выход из оболочки.

*Справочная информация*, выводимая после нажатия клавиши **F1**, является контекстно-зависимой, то есть на экране появляется разъяснение именно того состояния, в котором находится оболочка. Для просмотра справочного материала используются клавиши управления курсором. В нижней части окна со справочной информацией находится ряд командных кнопок. Кнопка **[Next]** предназначена для вывода следующего раздела справочка, кнопка **[Previous]** – для вывода предыдущего раздела, кнопка **[Index]** – для вывода оглавления справочника, кнопка **[Cancel]** (или клавиша **Esc**) – для выхода из справочника. Справочник хранится в файле с расширением `hlp`.

*Меню пользователя*, которое выводится на экран после нажатия клавиши **F2**, содержит список команд, определенных пользователем. Выбор команды осуществляется с помощью курсора и клавиши **Enter** или специально назначенной оперативной клавиши, или "мышью". Меню пользователя создается и редактируется с помощью соответствующего пункта верхнего меню оболочки. Текст меню обычно хранится в каталоге программ оболочки в текстовом файле с расширением `mnu`. Основные правила оформления меню следующие.

Каждая команда меню описывается строкой-заголовком, за которой следует одна или несколько команд операционной системы. Строка-заголовок может начинаться с наименования оперативной клавиши вызова команды (любая клавиша клавиатуры, кроме апострофа, или функциональная клавиша **F1 – F10**), за которой должно следовать двоеточие. После двоеточия через пробел располагается наименование команды. Следующие строки должны начинаться с пробела, они оформляются подобно командным строкам операционной системы. Меню пользователя может содержать строки комментариев, которые должны начинаться с символа апострофа.

**Пример.** Оформление пункта меню пользователя, предназначенного для изменения даты и времени. Используются две команды `DATE` и `TIME` соответственно. В качестве оперативной клавиши назначена функциональная клавиша **F1**.

**F1:** Установка даты и времени

' Команда установки даты

`DATE`

' Команда установки времени

`TIME`

В режиме *просмотра* файлов (после нажатия клавиши **F3**) доступны следующие функциональные клавиши:

**F1** – вызов справочника;

**F2** – включение/выключение режима переноса длинных строк;

**F4** – включение/выключение режима просмотра текста в шестнадцатеричных кодах;

**F7** – поиск заданного символа, слова или фразы;

**Shift+F7** – продолжение поиска;

**F8** – выбор кодовой таблицы;

**F10** или **Esc** – выход из режима просмотра.

В режиме *редактирования* файлов (после нажатия клавиши **F4**) могут быть использованы следующие функциональные клавиши:

**F1** – вызов справочника;

**F2** – запись файла на магнитный диск;

**Shift+F2** – записать файл с новым именем;

**F7** – поиск в файле заданного символа, слова или фразы;

**Shift+F7** – продолжение поиска;

**F10** или **Esc** – выход из режима редактирования;

**Shift+10** – записать файл и выйти из редактора.

В режимах просмотра или редактирования в верхней части экрана выводится информационная строка, которая обычно содержит полную спецификацию просматриваемого или редактируемого файла, строку и колонку, в которой находится курсор, а также десятичный код редактируемого символа.

Чтобы создать новый файл следует использовать комбинацию клавиш **Shift+F4** и ввести имя нового файла.

Собственные программные средства оболочек, предназначенные для просмотра и редактирования файлов, обычно обладают скромными возможностями. Для запуска внешних программ просмотра и редактирования файлов, обладающих более широкими функциональными возможностями, предназначены комбинации клавиш **Alt+F3** и **Alt+F4** соответственно. При этом должен быть задан маршрут запуска внешних программ с помощью специального пункта подменю **Options** верхнего меню оболочки.

В режимах *копирования*, *переноса* или *переименования* файлов и каталогов (после нажатия клавиш **F5** или **F6**) появляется диалоговое окно, которое содержит строку ввода маршрута копирования (переноса или переименования) объекта и ряд командных кнопок: **[Copy]** (или **[Move]** или **[Rename]**) – для подтверждения операции; **[Tree]** – для просмотра дерева каталогов; **[Cancel]** или **[Abort]** – для отмены операции. Если при выполнении данных операций имя исходного файла совпадет с именем файла в каталоге назначения, то на экран будет выведено окно красного цвета, содержащее соответствующее предупреждение и ряд командных кнопок: **[Overwrite]** – переписать текущий файл или каталог; **[All]** – переписать все файлы или каталоги; **[Cancel]** или **[Abort]** – отменить операцию. В процессе копирования, переноса или переименования на экране обычно присутствует окно с индикатором прогресса выполнения операции. Для распечатки текстового файла его следует скопировать на устройство PRN.

В процессе *удаления* файлов или каталогов (после нажатия клавиши **F8**) появляется диалоговое окно с командными кнопками **[Delete]** – подтвердить удаление и **[Cancel]** или **[Abort]** – отменить операцию удаления.

Между панелями и нижним меню находится *командная строка операционной системы*. В этой строке отображаются команды, которые вводятся с клавиатуры. С помощью комбинации клавиш **Ctrl+Enter** в командную строку можно скопировать отмеченное маркером имя файла или каталога. Для удаления ошибочно введенного символа из командной строки следует использовать клавишу **BackSpace**, а для быстрого удаления всех символов из командной предназначена клавиша **Esc**. Отметим, что клавиша **Esc** является универсальным средством отмены многих других действий пользователя.

С помощью *верхнего меню*, или *меню команд*, которое активизируется после нажатия клавиши **F9**, можно выполнить все команды оболочки. Меню команд занимает самую верхнюю строку экрана и обычно содержит следующие подменю:

**Left** – установка параметров вывода информации для левой панели;

**Files** – команды для манипулирования файлами и каталогами;

**Commands** – прочие команды управления;

**Options** – установка режимов работы оболочки;

**Right** – установка параметров вывода информации для правой панели.

Подменю **Left** и **Right** обычно являются одинаковыми по содержанию и содержат следующие пункты:

**Brief** – включить вывод информации в краткой форме (только имена файлов);

**Full** – включить вывод информации в полной форме (имя файла или каталога, размер файла, дата и время создания или последней модификации файла или каталога);

**Info** – включить информационную панель;

**Tree** – включить панель, отображающую дерево каталогов;

**Quick view** – включить панель быстрого просмотра файлов, отмеченных маркером;

**On/Off** – включить/выключить панель;

**Name** – сортировать файлы и каталоги по имени в алфавитном порядке;

**Extension** – сортировать файлы и каталоги по расширению имени в алфавитном порядке. Файлы и каталоги с одинаковыми расширениями сортируются по имени;

**Time** – сортировать файлы и каталоги по времени создания или обновления. Самые "свежие" файлы или каталоги располагаются в начале списка;

**Size** – сортировать файлы по размеру. Самые большие файлы располагаются в начале списка;

**Unsorted** – файлы и каталоги показываются в том порядке, в котором они были созданы;

**Re-read** – обновить содержимое панели;

**Drive** – сменить накопитель для данной панели.

*Информационная панель* имеет заголовок **Info** и обычно содержит следующие сведения:

- полный объем оперативной памяти компьютера;
- размер свободной оперативной памяти;
- емкость накопителя, с которым связана активная панель;
- размер свободной памяти на том же накопителе;
- содержимое файла с именем `dirinfo` (или `description`), если он присутствует в текущем каталоге. Эти файлы используются для хранения каких-либо текстовых пояснений к каталогу.

*Панель дерева каталогов* имеет заголовок **Tree** и предназначена для отображения файловой структуры накопителя, с которым связана активная панель, и быстрого перехода в требуемый каталог. Для перемещения маркера по панели **Tree** используются клавиши управления курсором или курсор "мышь".

Подменю **Files** обычно содержит пункты **Help, Menu, View, Edit, Copy, RenMov, MkDir, Delete**, которым соответствуют функциональные клавиши **F1 – F8**. Кроме этого подменю **Files** может содержать такие пункты:

**File Attributes** – включить/выключить атрибуты файлов `Read Only` (файл только для чтения), `Archive` (архивный файл), `System` (системный файл), `Hidden` (скрытый файл);

**Select group** – выделить группу файлов;

**Unselect group** – отменить выделение.

Подменю **Commands** обычно содержит следующие пункты:

**Find file** – поиск файлов или каталог по заданному критерию;

**History** – показать историю последних выполненных команд;

**EGA Lines, Video mode** – управление видеоадаптером компьютера;

**Swap panels** – поменять панели местами;

**Panels on/off** – включить/выключить обе панели одновременно;

**Compare directories** – сравнить содержимое каталогов;

**Menu file edit** – создание и редактирование меню пользователя;

**Extension file edit** – создание и редактирование файла расширений.

*Файл расширений* предназначен для связывания каких-либо программ с файлами определенного типа. Это свойство позволяет после нажатия клавиши **Enter** для отмеченного маркером файла автоматически запустить определенную программу и передать этой программе имя отмеченного файла как параметр. Файл расширений имеет текстовый формат, расширение `ext` и располагается в каталоге файлов оболочки. Каждая строка файла расширений содержит расширение имени файла и текст команды для обработки файла с таким расширением, разделенных двоеточием. При этом можно использовать следующие условные обозначения параметров команд:

! . ! – имя файла с расширением (например, report.txt);

! – имя файла без расширения (например, report);

! : – текущий накопитель (например, C : );

! \ – текущий каталог (например, /USER).

Если необходимо выполнение более чем одной команды, в качестве команды следует использовать вызов командного файла операционной системы. Пример оформления строки файла расширений:

```
pas: E:\TP6\turbo.exe !.!
```

В данном примере с расширением имени файла pas связывается запуск системы программирования *Turbo Pascal*.

Подменю **Options** содержит пункты, предназначенные для выбора параметров конфигурации оболочки, например, такие:

**Configuration** – установка режимов работы оболочки (цвет панелей, время задержки гашения экрана и другие);

**Auto menus** – постоянный вывод меню пользователя;

**Path Prompt** – установить вид приглашения (prompt) в командной строке операционной системы;

**Key bar** – включить/выключить нижнее меню;

**Menu bar always visible** – постоянное отображение верхнего меню;

**Full screen** – включить/выключить полный или половинный размер панелей;

**Mini status** – включить/выключить информационную строку в нижней части панелей;

**Clock** – включить/выключить часы;

**Save setup** – сохранить параметры конфигурации оболочки в файле с расширением ini.

Для оперативного управления панелями без обращения к меню команд обычно предназначаются следующие комбинации оперативных, или "горячих", клавиш:

**Ctrl+F1** – включить/выключить левую панель;

**Ctrl+F2** – включить/выключить правую панель;

**Ctrl+F3** – включить/выключить сортировку файлов по имени;

**Ctrl+F4** – включить/выключить сортировку по расширению имени;

**Ctrl+F5** – включить/выключить сортировку файлов по времени;

**Ctrl+F6** – включить/выключить сортировку файлов по размеру;

**Ctrl+F7** – выключить режим сортировки файлов;

**Ctrl+B** – включить/выключить нижнее меню;

**Ctrl+L** – включить/выключить информационную панель;

**Ctrl+O** – включить/выключить обе панели одновременно;

**Ctrl+P** – включить/выключить неактивную панель;

**Ctrl+R** – перечитать оглавление каталога в активной панели;

**Ctrl+U** – поменять панели местами;

**Alt+F1** – изменить накопитель для левой панели;

**Alt+F2** – изменить накопитель для правой панели;

**Alt+F7** – поиск файлов или каталогов;

**Alt+F8** – вывести историю команд;

**Alt+F9** – изменить количество выводимых на экран строк (25 или 50);

**Alt+F10** – включить/выключить панель дерева каталогов;

**Shift+F9** – сохранить параметры конфигурации;

**Grey +** – выделить группу файлов по заданному критерию;

**Grey –** – отменить групповое выделение;

**Grey \*** – инвертировать групповое выделение (клавиши **Grey +**, **Grey –** и **Grey \*** находятся на малой цифровой клавиатуре).

Напомним, что все описанные команды оболочки можно выполнить и с помощью манипулятора "мышь", не прикасаясь к клавиатуре. Для этого необходимо устанавливать

курсор "мыши" на управляемый объект (имя файла или каталога, пункт меню, командную кнопку) и нажать левую кнопку "мыши" один раз или два раза подряд, чтобы получить требуемый эффект, как от нажатия клавиши **Enter**. С помощью правой кнопки "мыши" можно отменять действия, как клавишей **Esc**, выделять файлы или каталоги, отменять выделение. Для листания списка файлов на панели следует установить курсор "мыши" чуть ниже самого последнего или выше самого первого из отображаемых элементов панели и нажать на левую кнопку "мыши".

### 3. ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Персональный компьютер типа IBM PC, операционная система из семейства MS-DOS или Windows, операционная оболочка (по указанию преподавателя), дискета, компакт-диск (CD, DVD).

### 4. ЗАДАНИЕ НА РАБОТУ

Индивидуальное задание для студента состоит в исследовании функциональных возможностей предложенной ему для изучения конкретной операционной оболочки. В результате выполнения данной лабораторной работы студент должен научиться:

- активировать и деактивировать оболочку;
- пользоваться справочной подсистемой оболочки;
- уметь вводить команды управления оболочкой с помощью клавиатуры и манипулятора "мышь";
- управлять количеством, размером, цветом файловых окон оболочки;
- сортировать файлы в окне оболочки по заданному критерию;
- создавать, копировать, переименовывать, удалять файлы и каталоги;
- осуществлять поиск файлов по имени или содержанию;
- просматривать и редактировать содержимое файлов;
- просматривать дерево каталогов магнитного диска;
- пользоваться историей команд;
- объединять файлы и каталоги в группы;
- определять объемы памяти магнитных дисков;
- определять размеры отдельных файлов и групп файлов или каталогов;
- создавать и редактировать меню команд;
- создавать и редактировать файл расширений;
- устанавливать режимы работы оболочки.

### 5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с теоретическими положениями лабораторной работы. Изучить функциональные возможности операционной оболочки.
2. Выполнить контрольные задания.
3. Получить у преподавателя индивидуальное задание и выполнить его.
4. Подготовить отчет о проделанной работе и защитить его перед преподавателем.

### 6. СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет выполняется на листах писчей бумаги формата А4. По согласованию с преподавателем отчет может быть оформлен в ученической тетради. Страницы отчета должны быть пронумерованы. Отчет должен содержать:

- титульный лист, выполненный по общепринятому образцу;
- текст индивидуального задания;

- описание функциональных возможностей операционной оболочки, предложенной для самостоятельного изучения;
- распечатки, схемы, рисунки, поясняющие функциональные возможности изучаемой оболочки;
- библиографический список, выполненный по ГОСТ 7.1-84.

## 7. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Включить сортировку файлов левой (правой) панели по заданному критерию (имени, расширению имени, дате, размеру).
2. Отключить режим сортировки файлов.
3. Установить краткий (полный) режим отображения информации.
4. Погасить панель (левую, правую, обе панели одновременно).
5. Поменять левую и правую панели местами.
6. Определить полный объем накопителя на магнитных дисках (дискеты).
7. Определить объем свободного пространства на магнитном диске (дискете).
8. Выделить цветом группу файлов по заданному критерию.
9. Определить суммарный объем группы файлов.
10. Скопировать файл (группу файлов, каталог) на дискету.
11. Скопировать файл (группу файлов, каталог) с дискеты на "винчестерский" накопитель.
12. Перенести файл (группу файлов, каталог) на дискету.
13. Перенести файл (группу файлов, каталог) с дискеты на "винчестерский" накопитель.
14. Переименовать файл (группу файлов, каталог).
15. Удалить файл (группу файлов, каталог) с магнитного диска.
16. Изменить размер панели.
17. Изменить цвет панели.
18. Создать новый текстовый файл на магнитном диске (дискете).
19. Создать новый каталог на магнитном диске (дискете).
20. Найти на заданном магнитном диске файл с заданным именем.
21. Найти на заданном магнитном диске файл с заданным содержанием.
22. Включить (выключить) часы в левом верхнем углу экрана.
23. Поменять назначение левой и правой кнопок манипулятора "мышь".
24. Отобразить дерево каталогов заданного магнитного диска.
25. Установить время задержки гашения экрана оболочки.
26. Сравнить содержимое двух каталогов.
27. Создать новое меню пользователя.
28. Создать новый (отредактировать существующий) файл расширений.
29. Добавить новый пункт в меню пользователя (файл расширений).
30. Изменить атрибут заданного файла (каталога).
31. Отобразить историю команд оболочки.
32. Настроить фильтр на отображение в окне оболочки группы файлов по заданному критерию.
33. Просмотреть содержимое заданного файла в шестнадцатеричном формате.

## 8. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Богумирский Б.С. Руководство пользователя ПЭВМ: В 2 ч. – СПб: Питер, 1994. – 736 с.
2. Васильев Д.В. IBM PC: Справочник пользователя. – М.: Приор, 1998. – 224 с.
3. Громов А.И., Сафин М.Я. Основы информатики и вычислительной техники. – М.: Изд-во РУДН, 1994. – 118 с.

4. Кенин А.М., Печенкина Н.С. Работа на IBM PC. – М.: Книга и бизнес, 1992. – 368 с.
5. Кенин А.М., Печенкина Н.С. Окно в мир компьютеров. – Екатеринбург: Антарес-94, 1994. – 400 с.
6. Козловский Е.А. Norton Commander 4.0. – М.: АБФ, 1993. – 144 с.
7. Левин А. Самоучитель работы на компьютере: 7-е изд. – СПб: Питер, 2002. – 656 с.
8. Микилев А.П. Настольная книга пользователя IBM PC: Справочник. – М.: Солон, 1997. – 604 с.
9. Фигурнов В.Э. IBM PC для пользователя. Краткий курс: 7-е изд. – М.: ИНФРА-М, 1997. – 640 с.
10. Norton Commander: Версия 3.0: Для пользователей IBM-совместимых компьютеров. – М.: ИВК-Софт, 1991. – 37 с.



## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10

### ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ПК

#### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Ознакомление с сервисными программами (утилитами), предназначенными для технической диагностики IBM-совместимых ПК и микроЭВМ, изучение их функциональных возможностей и приобретение навыков работы с ними.

#### 2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Персональные компьютеры стали самыми распространенными в мире вычислительными средствами. Подавляющее большинство ПК – это компьютеры типа IBM PC/AT, работающие под управлением операционных систем из семейств MS-DOS и Windows. Несмотря на то, что работать с ПК может и неквалифицированный пользователь, для умелого обращения с современной вычислительной техникой пользователю ПК все-таки необходимы достаточно глубокие знания в области аппаратного и программного обеспечения вычислительных систем. На современном этапе развития информационной технологии знание аппаратной части компьютеров стало еще более необходимым, чем раньше, что обусловлено рядом следующих объективных причин:

- неуклонный рост потенциальных возможностей ПК и снижение цен на комплектующие влечет за собой желание модернизировать существующий компьютер или собрать новый, а для этого необходимы соответствующие знания и опыт;
- внедрение ПК практически во все сферы человеческой деятельности привело к необходимости сопряжения компьютера с разнообразными периферийными устройствами, что невозможно без знания аппаратуры ПК;
- современные программные продукты стали чувствительными к составу аппаратных средств ПК и качеству их исполнения;
- разработка программ на языках программирования высокого уровня часто невозможна без знаний как принципов работы, так и устройства ПК.

Определить состав аппаратных и программных ресурсов конкретной вычислительной системы только по одному внешнему виду компьютера практически невозможно. Поэтому пользователям компьютеров необходимо иметь "под рукой" специальные программные инструменты по определению конфигурации аппаратных и программных ресурсов своего компьютера. Основными сферами применения таких средств являются сборка и модернизация компьютеров, разработка и установка программного обеспечения. Эти же средства необходимы администрации вычислительных центров для организации учета парка вычислительной техники. Такие программы могут оказаться полезными и тем пользователям ПК, кто самостоятельно или в учебном заведении изучает "анатомию" компьютеров и приобретает навыки работы с вычислительной техникой.

Основные технические характеристики IBM-совместимого компьютера (тип процессора и арифметического сопроцессора, объем оперативной памяти, типы подключенных периферийных устройств и коммуникационных портов) обычно можно узнать из таблицы аппаратной конфигурации, формируемой процедурой самотестирования POST (Power-on-Self-Test) базовой системы ввода-вывода (BIOS) и отображаемой на экране монитора компьютера перед стартом операционной системы. В процессе выполнения процедуры POST производится также первичная проверка работоспособности аппаратуры компьютера. Поскольку время отображения этой таблицы достаточно непродолжительно, то, чтобы зафиксировать ее на экране с целью изучения содержания, следует воспользоваться клавишей **Pause**.

Для более глубокого количественного и качественного анализа ресурсов компьютера предназначены специальные сервисные программы, называемые *утилитами*. Их название

происходит от английского слова *utility*, что в переводе означает полезность. Утилиты исследуют компьютер "изнутри" и отображают на экране монитора детальную информацию о техническом состоянии компьютера. Проведенный анализ существующих сервисных программ для IBM-совместимых компьютеров показал, что с середины 80-х годов в компьютерном мире было разработано довольно много программ данного назначения. Среди всего многообразия утилит можно выделить два больших класса таких программ: 1) информационные утилиты и 2) утилиты диагностирования и тестирования.

**Информационные утилиты** определяют детальные технические характеристики компьютера, на котором они работают. Такие программы полезны для первичного анализа вычислительной системы. Все информационные утилиты можно подразделить на универсальные и специальные. *Универсальные информационные утилиты* позволяют исследовать практически все компоненты вычислительной системы. Как правило, практически все современные операционные системы для ПК содержат соответствующие программные средства. Так, например, в состав операционных систем MS-DOS версии 6.xx и Windows 3.x/9x, начиная с 1993 года, входит универсальная информационная утилита Microsoft Diagnostics (MSD). Кроме этого, в состав операционных систем Windows входит сервисная программа System Information ("Сведения о системе").

*Специальные информационные утилиты* детально исследуют только отдельные элементы компьютера: процессор, устройства памяти, устройства ввода-вывода. Существует обширное множество программ данного назначения. Как правило, наименования специальных информационных утилит отражают их функциональную специализацию, например:

- 1) CPUID, CPUINFO, CHKCPU – информация о микропроцессоре;
- 2) BIOSINFO, BIOSID – информация о базовой системе ввода-вывода;
- 3) MEMINFO, MEMLIST, RAMINFO – информация об устройствах оперативной памяти;
- 4) PCIINFO, PCILIST, PCISNIF – информация об устройствах с интерфейсом PCI;
- 5) AGPINFO – информация о видеоадаптере с интерфейсом AGP;
- 6) IDEINFO, ATAINFO, – информация об устройствах с интерфейсом IDE/ATA/ATAPI;
- 7) VGAINFO, VESAINFO – информация о видеосистеме;
- 8) DDCINFO, DDCTEST – информация о мониторе.

Существует также множество универсальных и специальных информационных утилит, разработанных отдельными программистами, которые по своим функциональным возможностям не уступают аналогичным программам фирменного происхождения. В табл. 4.1 приведены сведения о наиболее известных в компьютерном мире современных универсальных утилитах, характеризующихся широким набором диагностических функций.

Таблица 4.1

#### Универсальные информационные утилиты отдельных программистов

Наименование утилиты	Программист	Операционная система
AIDA	Миклош Тамаш (Венгрия)	DOS, Windows
DIAG	Доминик Маркс (Германия)	DOS
Dr. Hardware Sysinfo	Петер Гебхард (Германия)	DOS, Windows
ASTRA	Константин Кондаков (Россия)	DOS
HWINFO	Мартин Малик (Словакия)	DOS, Windows
MvPCInfo	Дмитрий Инихов (Россия)	Windows
Quick SystemInfo	Алексей Гурин (Россия)	Windows NT
PC Analyser	Дэвид Эспеншид, Свен Бергеманн (Германия)	DOS
PC-Config	Михаэль Холин (Германия)	DOS

Наименование утилиты	Программист	Операционная система
PC Wizard	Лорен Катил, Франк Делаттре (Франция)	Windows
Super System Information	Денис Менькович (Россия)	Windows
System Analyser (SA)	Ханс Ниекус (Нидерланды)	DOS, Windows
System Information (NSSI)	Томаш Навратил (Чехия)	DOS
System Speed Test	Владимир Афанасьев (Россия)	DOS
ToolStar	Андреас Грёгель (Германия)	DOS, Windows
WT Pro	Ласло Шалаи (Венгрия)	DOS

**Утилиты диагностирования и тестирования** выполняют проверку правильности функционирования аппаратных и программных компонентов промышленного компьютера с целью выявления причин, вызывающих отклонения от его нормальной работы. Работая на компьютере, пользователи периодически сталкиваются с какими-либо неполадками в работе его подсистем. Неполадки проявляются по-разному: это может быть замедление работы компьютера, останов ("зависание") компьютера, внезапная перезагрузка операционной системы, ошибки при работе с устройствами оперативной или внешней памяти, отсутствие или искажение изображения на экране монитора компьютера и другие симптомы. Утилиты диагностирования и тестирования как раз и предназначены для поиска причин неисправностей компьютера и их путей преодоления. Среди утилит диагностирования и тестирования, как и среди информационных утилит, также можно выделить универсальные и специальные.

*Универсальные утилиты диагностирования и тестирования* определяют и проверяют все доступные аппаратные и программные компоненты компьютера. Фактически они представляют собой сложные программные комплексы, состоящие из нескольких программных и вспомогательных файлов. Программные файлы выполняют отдельные информационные и диагностические функции, а вспомогательные файлы содержат информацию специального характера, используемую программами в процессе своей работы, или информацию справочного характера, предназначенную для пользователя. Основные сведения о наиболее известных программных продуктах этого типа приведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2

#### Универсальные утилиты диагностирования и тестирования ПК

Наименование утилиты	Фирма-разработчик
AMIDIAG	American Megatrends, Inc.
BCM Diagnostics for DOS	BCM Advanced Research, Inc.
Norton Diagnostics (NDIAGS)	Symantec Corp.
Quality Analyser (QA Plus)	DiagSoft, Inc.
QuickTech Pro	ULTRA-X Inc.
PC-Check, TroubleShooter	Eurosoft, Ltd.
PC-Certify	PC Certify Inc.
PC-Doctor	WaterGate Software
PC Technician, TuffTest	Windsor Technologies

Все упомянутые программные продукты предназначены, как правило, для работы в однопрограммных операционных системах типа MS-DOS (или PC-DOS, DR-DOS, Novell DOS, PTS-DOS) в режиме минимальной конфигурации, так как только в таких условиях сервисная программа имеет монопольный доступ ко всем аппаратным и программным ресурсам компьютера. Многие сервисные программы в процессе тестирования

компонентов системной платы компьютера конфликтуют с драйверами дополнительной памяти типа EMM386, QEMM, QMAX, так как эти драйверы переключают процессор из реального режима работы (Real Mode) в состояние виртуального 8086 (Virtual Mode), при котором ограничивается доступ программ к аппаратным ресурсам компьютера. Присутствие в процессе тестирования вычислительной системы драйвера расширенной памяти HIMEM.SYS менее критично, но зачастую также нежелательно. Поэтому для работы в многопрограммных операционных системах семейства Windows или OS/2 предназначаются специально разработанные пакеты сервисных программ. В этой же связи некоторые из утилит имеют по два варианта исполнения: соответственно для DOS и Windows. Некоторые утилиты способны работать как в среде однопрограммной операционной системы MS-DOS, так и в среде многопрограммной Windows. Однако при работе утилит в многопрограммной среде обычно не гарантируется стабильная работа вычислительной системы, и при этом некоторые функции технической диагностики, возможно, будут отключены.

Сведения о наиболее известных и популярных программных пакетах, предназначенных для работы в среде операционной системы семейства Windows, приведены в табл. 4.3.

Таблица 4.3

## Пакеты сервисных программ для Windows

Наименование утилиты	Фирма-разработчик
BurnInTest, PerfomanceTest	PassMark Software
BCM Diagnostics for Windows	BCM Advanced Research, Inc.
Cool Info	Creation Software, Inc.
FirstAid	Cybermedia
Fix-It Utilities	Ontrack Data International
FreshDiagnose	FreshDevices Corp.
HARDiNFO	Ultimate Systems
HNETiNFO	Hnet Software, Ltd.
Norton Utilities for Windows	Symantec Corp.
Nuts & Bolts	Helix Software
PC Medic	McAfee Associates, Inc.
PC-Doctor Service Center	PC-Doctor, Inc.
Sandra, Samanta	SiSoft Software
System View	Kaizen Engineering, LLC
WINCheckIt	TouchStone Software Corp.

Большинство сервисных программ имеют многооконный интерфейс и систему многоуровневых иерархических меню для взаимодействия с пользователем. Каждое окно программы связывается с исполнением какой-либо функции и отображением соответствующей информации. Другая часть программ выводит информацию обо всех ресурсах вычислительной системы на экран монитора в виде списка. С помощью клавиш управления курсором пользователь может просмотреть весь список, а также вывести список на принтер или записать в файл.

Несмотря на значительное многообразие сервисных программ, перечень анализируемых ими аппаратных и программных компонентов IBM-совместимых компьютеров практически одинаков, а именно:

- 1) тип и модель микропроцессора, его тактовая частота, специфичные характеристики микропроцессора конкретной модели (например, серийный номер, номер модификации, организация кэш-памяти, тип конструктивного исполнения, технология изготовления и другие). Обычно в этом разделе указывается результат выполнения процессорной команды CPUID. Современные сервисные программы способны различать

различные модели и модификации микропроцессоров производства фирм Intel, AMD, Cyrix, VIA, IBM, IDT, Rise, Transmeta, UMC, Texas Instruments, NEC и других изготовителей;

2) наличие арифметического сопроцессора и его тип (встроенный в микропроцессор или внешний). Для внешнего арифметического сопроцессора может быть определен его изготовитель (Intel, AMD, Cyrix, IIT, C&T, ULSI, Weitek). Эта информация актуальна для компьютеров, оснащенных микропроцессорами типа 8086, 8088, 80186, 80188, 80286, 80386 или 486SX и не содержащих встроенного арифметического сопроцессора;

3) емкость и параметры устройств оперативной (RAM) и постоянной (ROM) памяти. Так, для компьютеров, оснащенных интерфейсом PCI, может определяться тип микросхем оперативной памяти (FPM DRAM, EDO DRAM, BEDO DRAM, SDRAM, DDR SDRAM, VCM SDRAM, RDRAM и другие), конструктивное исполнение модулей памяти (SIMM, DIMM, RIMM), тип микросхемы BIOS (PROM, EEPROM, Flash ROM), параметры кэш-памяти (количество уровней, алгоритм работы, способ организации). Для модулей памяти DIMM и RIMM, оснащенных микросхемой SPD, может быть получена дополнительная информация о параметрах микросхем памяти;

4) наименование фирмы-разработчика программ BIOS (AWARD, AMI, Phoenix и другие), версия программ, дата их выпуска, объем программ;

5) содержимое CMOS-памяти, информация DMI (Desktop Management Interface), сведения об устройствах типа Plug'n'Play;

6) тип микросхем поддержки процессора (chipset) и их параметры. Современные утилиты способны распознавать наборы микросхем фирм Intel, VIA, AMD, SiS, nVidia, ALi, UMC, OPTi и других производителей;

7) модель системной (материнской) платы компьютера и наименование фирмы-разработчика платы. Эта информация может быть получена при наличии в программе соответствующей базы данных;

8) типы системных и локальных интерфейсов (ISA, EISA, MCA, PC-Card (PCMCIA), VLB, PCI, AGP, USB, IDE/ATA, Serial-ATA, SCSI, ST-506/412, ESDI, FireWire) с указанием моделей периферийных устройств, подключенных посредством того или иного интерфейса;

9) количество, типы и текущие режимы работы коммуникационных портов последовательного и параллельного типа (RS232 и Centronics соответственно);

10) параметры устройств внешней памяти (накопителей на гибких и жестких магнитных дисках, накопителей на магнитооптических дисках, приводов CD, DVD, ZIP, LS-120 и других), включая "электронные диски", функционирующие в оперативной памяти компьютера;

11) параметры основных компонентов видеоподсистемы (видеоадаптера, монитора, видеодрайверов). Для видеоадаптера могут указываться его тип (MDA, CGA, EGA, VGA, XGA, SuperVGA), объем видеопамати, тип микросхем видеопамати (FPM DRAM, EDO DRAM, SDRAM, DDR SDRAM, SGRAM, VRAM, WRAM, MDRAM), тип интерфейса видеоадаптера с системной магистралью компьютера (ISA, EISA, VLB, PCI, AGP), соответствие стандартам VESA. Для монитора в первую очередь определяется его тип (композитный, цифровой или аналоговый). Модель монитора и его детальные технические характеристики могут быть определены в случае обоюдной поддержки видеоадаптером и монитором интерфейса DDC (Display Data Channel);

12) тип клавиатуры (простая или расширенная), тип контроллера клавиатуры, интерфейс клавиатуры (PC/XT, PC/AT, PS/2, USB);

13) наличие подключенных к компьютеру дополнительных периферийных устройств ("мыши", джойстика, звукового адаптера, модема, сетевого адаптера, принтера, сканера и других) и их параметры. Так, например, для "мыши" могут определяться тип интерфейса (специальный, последовательный, PS/2 или USB), количество активных кнопок (две или три), версия драйвера;

14) карта портов ввода-вывода (регистров периферийных устройств);

- 15) карта распределения аппаратных (IRQ) и программных (INT) запросов прерываний с указанием векторов прерываний;
- 16) карта распределения запросов прямого доступа в память (DMA);
- 17) тип активной операционной системы (MS-DOS, Windows, OS/2, NetWare, UNIX, DesqView и др.) и ее конкретные параметры;
- 18) содержание конфигурационных файлов операционной системы (CONFIG.SYS, AUTOEXEC.BAT, WIN.INI, SYSTEM.INI и др.);
- 19) список активных программ и карта оперативной памяти;
- 20) список активных драйверов периферийных устройств с указанием их параметров;
- 21) информация о доступных сетевых ресурсах, если исследуемый компьютер во время тестирования подключен к компьютерной сети;
- 22) параметры производительности отдельных подсистем компьютера (центрального процессора, арифметического сопроцессора, оперативной памяти, видеоадаптера, "винчестерского" накопителя и других);
- 23) другая информация, специфичная для конкретного компьютера (например, информация от системы мониторинга состояния компьютера).

*Специальные утилиты тестирования и диагностирования* ориентированы на решение частных задач технической диагностики. Это определение работоспособности и (или) производительности каких-либо отдельных компонентов компьютера: центрального процессора, арифметического сопроцессора, видеоадаптера, монитора, устройств внешней памяти, устройств оперативной и постоянной памяти, машинных носителей информации, аппаратуры ввода-вывода. В табл. 4.4 приведены сведения о некоторых широко известных программных комплексах специального назначения (при этом первое слово в названии программного продукта часто указывает на наименование его производителя).

Таблица 4.4

## Специальные сервисные программы

Наименование программного продукта	Назначение
Celem Cache Test	Для анализа работы устройств оперативной памяти
Modem Doctor	Для тестирования модемов
Nokia Test Monitor	Для проверки качества монитора
Ontrack Disk Manager, HDDLab, Gibson SpinRite, Maxtor Powermax	Для обслуживания и тестирования "винчестерских" накопителей
Qualitas Memory Tester, RAMexam	Для проверки микросхем и модулей оперативной памяти
SciTech Display Doctor, EnTech PowerStrip	Для обслуживания видеосистемы компьютера
Ziff-Davis Benchmarks, PCMark, SYSMark, 3DMark	Для измерения производительности компьютера в целом и отдельных его компонентов

В процессе своей работы почти все сервисные программы имеют возможность сохранить в текстовом файле или вывести на печатающее устройство результаты анализа ресурсов компьютера. Абсолютное большинство таких утилит, включая разработанные в России, выдают информацию *только на английском языке*, так как в процессе технической диагностики и тестирования компьютера поддержка национального алфавита может оказаться отключенной.

Следует также отметить, что большинство современных сервисных программ могут работать только на компьютерах, имеющих процессор, совместимый с процессором

Intel 80386, и они уже не могут работать на компьютерах с микропроцессорами типа Intel 8086, 8088 или 80286.

Сервисные программы, разрабатываемые отдельными программистами, часто являются бесплатными (freeware) или условно бесплатными (shareware). Условно бесплатные программы можно получить и опробовать в течение ограниченного времени (обычно от 7 до 40 дней) бесплатно, но для систематического их использования необходимо заплатить разработчикам или распространителям некоторую сумму денег. Сервисные программы фирменной разработки являются условно бесплатными или распространяются только на коммерческой основе. При этом могут существовать коммерческие разновидности одной и той же программы, различающиеся по своим функциональным возможностям. Существуют также демонстрационные (рекламные) версии сервисных программ, являющиеся бесплатными и имеющие существенно сокращенный набор функций. Основным инструментом распространения программных продуктов в настоящее время являются глобальная компьютерная сеть Internet.

### 3. ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Персональный компьютер типа IBM PC, операционная система типа MS-DOS или Windows 95/98/Me, сервисные программы (по указанию преподавателя), дискета, компакт-диск (CD, DVD).

### 4. ЗАДАНИЕ НА РАБОТУ

Задание на работу заключается в следующем: ознакомиться с конкретным образцом сервисной программы для ПК, изучить ее функциональные возможности, освоить приемы работы с программой, приобрести навыки технической диагностики ПК, составить техническое описание программы.

### 5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Ознакомиться с теоретическими положениями лабораторной работы, ответить на контрольные вопросы. Получить от преподавателя сервисную программу для ПК, самостоятельно изучить данную программу и составить ее техническое описание. Подготовить отчет о проделанной работе и защитить отчет перед преподавателем.

Отчет по лабораторной работе выполняется на листах писчей бумаги формата А4. По согласованию с преподавателем отчет может быть оформлен в ученической тетради. Страницы отчета должны быть пронумерованы. Отчет должен содержать:

- титульный лист, выполненный по общепринятому образцу;
- текст задания на работу;
- техническое описание сервисной программы или комплекса программ, включая схемы и рисунки, поясняющие процесс работы программ;
- текст (распечатку) протокола тестирования ПК, полученного с помощью данной программы;
- библиографического списка, выполненного по ГОСТ 7.1-84.

При составлении описания сервисной программы необходимо придерживаться следующего порядка изложения:

- 1) общее наименование программы или программного комплекса, разработчик программы, версия программы, дата разработки;
- 2) состав программного комплекса – наименование и назначение основных и вспомогательных программ, суммарный объем программ;
- 3) описание функциональных возможностей программы;
- 4) ресурсы вычислительной системы, необходимые для работы данной сервисной программы;

5) описание интерфейса программы. Почти все изучаемые программы имеют многооконный пользовательский интерфейс (текстовые или графические окна) и систему меню (верхнее, нижнее, центральное или боковое меню) для выбора функций программы. Некоторые программы снабжены возможностью настройки режима работы интерфейса;

б) распечатки, схемы, рисунки, поясняющие интерфейс программы и особенности ее работы.

Во время работы сервисных программ может оказаться полезным наличие в соответствующих накопителях ПК дискеты и CD-ROM, что позволит наблюдать процесс тестирования сменных носителей информации.

При составлении описания следует воспользоваться сведениями, содержащимися в справочных файлах сервисной программы. В списке рекомендуемой литературы есть книги, в которых можно найти описания некоторых сервисных программ. В качестве образца для составления описания программы можно воспользоваться подробным описанием программ из пакета Norton Utilities 6.0, приведенным в [2].

## 6. ПРИМЕР ОПИСАНИЯ СЕРВИСНОЙ ПРОГРАММЫ

Сервисная программа ***mvSysInfo*** (программист – Дмитрий Инихов, Россия) распространяется как freeware-программа и предназначена для определения основных параметров IBM-совместимого компьютера, работающего под управлением операционной системы Windows 95, Windows 98 или Windows NT (в операционных системах типа MS-DOS и Windows 3.x эта программа не работает). Программа ***mvSysInfo*** версии 1.06 реализована в виде одного исполняемого файла `sysinfo.exe` размером 406111 байт. После запуска программы на экран монитора выводится окно (рис. 4.1).

В окне программы отображается протокол анализа конфигурации компьютера, состоящий из ряда разделов, в которых представлена следующая информация:

- "Компьютер" – идентификатор компьютера, присвоенный ему в процессе установки операционной системы;
- "Процессор" – тип центрального процессора и его тактовая частота;
- "Bios" – наименование разработчика программ базовой системы ввода-вывода, версия и дата выпуска программ;
- "Мат. плата" – идентификатор системной платы компьютера;
- "Опер.память" – объем оперативной памяти;
- "Жест.диск" – список идентификаторов логических накопителей, организованных на "винчестерском" накопителе, с указанием емкости каждого логического накопителя и их суммарной емкости. Для накопителя в целом и каждого логического накопителя вычисляется также абсолютный и относительный объем свободной внешней памяти;



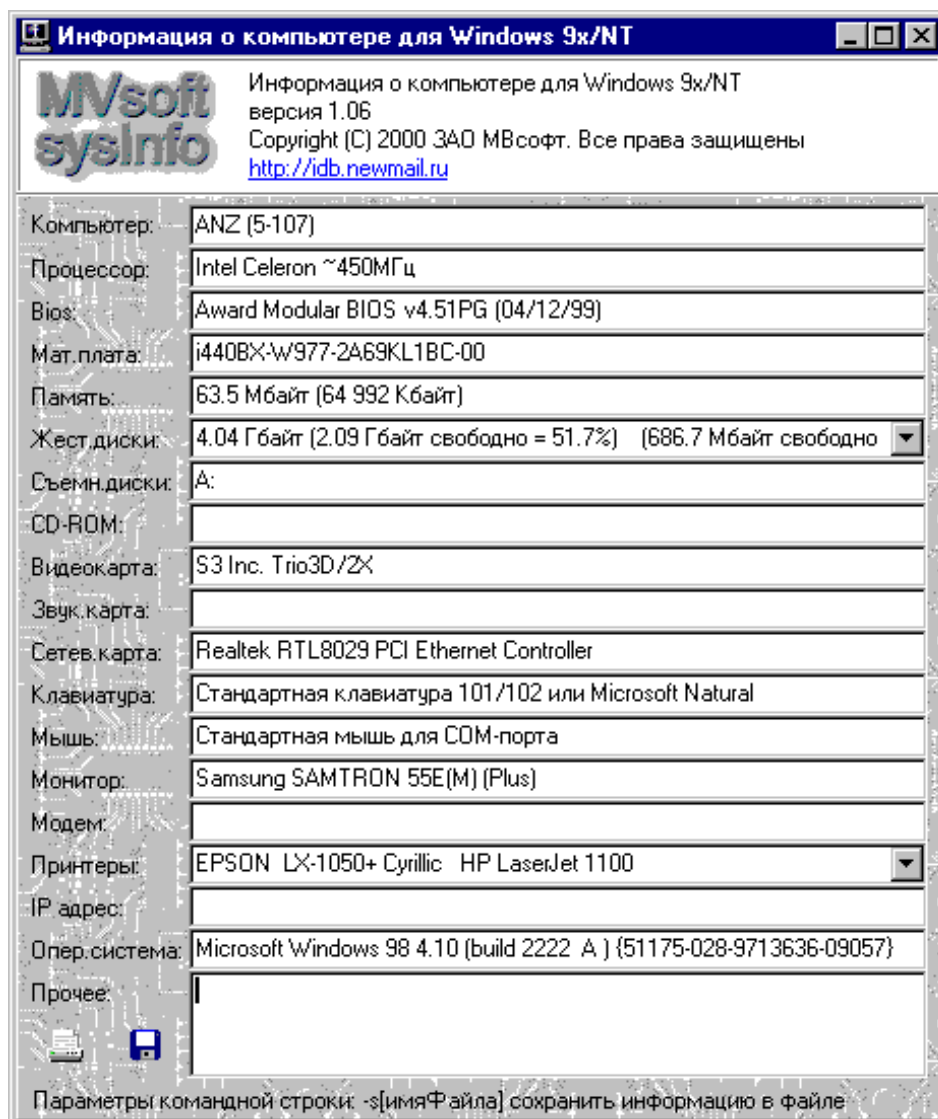


Рис. 4.1. Видеограмма окна программы *mvSysInfo*

- "Съемн.диски" – список идентификаторов накопителей на гибких магнитных дисках (A: или A:+B:);
- "CD-ROM" – список идентификаторов накопителей на компакт-дисках;
- "Видеокарта" – тип видеоадаптера;
- "Звук.карта" – тип звукового адаптера;
- "Сетев. карта" – тип сетевого адаптера;
- "Клавиатура" – тип клавиатуры;
- "Мышь" – тип манипулятора "мышь";
- "Монитор" – тип монитора;
- "Модем" – тип модема или факс-модема;
- "Принтеры" – типы локальных и сетевых печатающих устройств, доступных для анализируемого компьютера;
- "IP адрес" – физический адрес данного компьютера в случае его подключения к сети Internet;
- "Опер.система" – тип операционной системы;
- "Прочее" – прочая информация о вычислительной системе, которую программа смогла определить.

Программа *mvSysInfo* позволяет сохранить перечисленную информацию в текстовом файле или вывести ее на печатающее устройство. Для этого в окне предназначены две

пиктограммы с изображениями дискеты и принтера. На рис. 4.2 представлен пример содержания файла с технической информацией о компьютере.

```

Информация о компьютере для Windows 9x/NT версия 1.06
-----
-----
Компьютер:      ANZ (5-107)
Процессор:      Intel Celeron ~450МГц
Bios:           Award Modular BIOS v4.51PG (04/12/99)
Мат.плата:      i440BX-W977-2A69KL1BC-00
Память:         63.5 Мбайт (64 992 Кбайт)
Жест.диски:     4.04 Гбайт (2.09 Гбайт свободно = 51.7%)
                  C: 1.00 Гбайт (686.7 Мбайт свободно = 67.4%)
                  D: 1.00 Гбайт (580.5 Мбайт свободно = 56.9%)
                  E: 1.00 Гбайт (383.7 Мбайт свободно = 37.6%)
                  F: 1.00 Гбайт (432.4 Мбайт свободно = 42.4%)
                  G: 54.8 Мбайт (54.8 Мбайт свободно = 100.0%)

Съемн.диски:    A:
CD-ROM:
Видеокарта:     S3 Inc. Trio3D/2X
Звук.карта:
Сетев.карта:    Realtek RTL8029 PCI Ethernet Controller
Клавиатура:     Стандартная клавиатура 101/102 или Microsoft
Natural
Мышь:           Стандартная мышь для COM-порта
Монитор:        Samsung SAMTRON 55E(M) (Plus)
Модем:
Принтеры:       EPSON LX-1050+ Cyrillic HP LaserJet 1100
                  EPSON LX-1050+ Cyrillic (remote)
\\Nick\epson)
                  HP LaserJet 1100 (remote \\Dima\hp)

IP адрес:
Опер.система:   Microsoft Windows 98 4.10 (build 2222 A ) {51175-
028-9713636-09057}
Прочее:
-----
-----
tuesday, 20.06.2000 11:33

```

Рис. 4.2. Пример протокола диагностики ПК,  
сформированного программой *mvSysInfo*

В программе *mvSysInfo* предусмотрена также возможность связи с ее разработчиком посредством сети *Internet*, если компьютер, на котором работает данная программа, оснащен соответствующими коммуникационными устройствами и программами связи. Для осуществления такой связи курсор следует установить на Web-адрес, отображаемый в верхней части окна программы, и нажать левую кнопку "мыши".

Преимущества программы *mvSysInfo* по сравнению с другими информационными утилитами, предназначенными для работы под управлением операционной системы семейства Windows, состоят в том, что программа является бесплатной, выполнена в виде одного исполняемого файла относительно небольшого объема и не требует процедуры специальной установки (инсталляции). Главный недостаток программы *mvSysInfo* – сравнительно малое число анализируемых ресурсов и параметров компьютера.

## 7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие существуют классы сервисных программ для ПК?
2. С какой целью пользователю ПК необходимы знания о конфигурации его вычислительной системы?
3. Какие аппаратные компоненты вычислительной системы могут быть выявлены в процессе ее технической диагностики?
4. Какие программные ресурсы вычислительной системы могут быть выявлены в процессе ее технической диагностики?
5. Каково назначение специальных сервисных программ?
6. Каково назначение универсальных сервисных программ?
7. Какие компоненты ПК чаще всего подвергаются процедуре тестирования (проверке работоспособности)?
8. Какие сервисные программы имеются в составе операционных систем для ПК?
9. Почему многие сервисные программы не предназначены для работы в многопрограммных операционных системах типа Windows?
10. Как по значению параметров производительности, полученных с помощью сервисной программы, определить отклонения в работе компьютера?
11. Почему многие сервисные программы, даже разработанные российскими программистами, выдают сообщения только на английском языке?
12. Какие преимущества и недостатки имеют сервисные программы, выполненные в виде одного программного модуля?
13. Какие преимущества и недостатки имеют сервисные программы, выполненные в виде пакета программ?
14. Почему относительно большое число специальных сервисных программ предназначены для обслуживания "винчестерских" накопителей и видеоаппаратуры ПК?
15. Почему сервисные программы конфликтуют с менеджерами (драйверами) расширенной (extended) и отображаемой (expanded) памяти?
16. Каким образом с помощью сервисной программы получить распечатку протокола тестирования компьютера?
17. Каким образом можно приобрести сервисные программы?
18. Что означают термины freeware и shareware применительно к программному обеспечению ПК?

## 8. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Денисов О. Популярное программное обеспечение для тестирования ПК // КомпьютерПресс. – 2001. – №8. – С. 37 – 40.
2. Зубаль И.Д. Программные средства для настройки, диагностики и расширения возможностей компьютера. – М.: Альтекс-А, 2004. – 368 с.
3. Левин А. Самоучитель полезных программ. – СПб: Питер, 2002. – 720 с.
4. Проскурня М. Лужу, паяю, компьютер починаю. (Пакеты системных утилит) // Hard'n'Soft. – 1998. – №10. – С. 24 – 32.
5. Симонович С.В., Евсеев Г.А. Познай свой компьютер. – СПб: Питер, 2003. – 480 с.
6. Трушин Н. Утилиты для IBM-совместимых компьютеров // Радио. – 2000. – №10. – С. 26 – 27.
7. Трушин Н.Н. Программные средства технической диагностики микрокомпьютеров // Изв. ТулГУ. Сер. Вычислительная техника. Автоматика. Управление. Вып. 7. Информационные системы. – Тула: ТулГУ, 2001. – С. 193 – 200.
8. Федоров А. Программы для вашего компьютера. Часть 1. Диагностика, тестирование и настройка. // КомпьютерПресс. – 2000. – №4. – С. 50 – 58.

9. Фролов А.В., Фролов Г.В. Что вы должны знать о своем компьютере. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1995. – 256 с.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11

### РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕЙСА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ КОМАНДНЫХ ФАЙЛОВ

#### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Задачами данной лабораторной работы являются изучение языка командных (пакетных) файлов операционной системы (ОС) IBM-совместимого ПК и технологии создания командных файлов с целью приобретения навыков по программированию действий пользователя во время работы на ПК.

#### 2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

##### 2.1. Командные файлы в операционных системах MS-DOS и Windows 95/98

Для успешной и продуктивной работы с ПК квалифицированному пользователю необходимы знания и умения в области командных файлов операционной системы. С помощью командных файлов пользователь ПК может разработать собственные оригинальные средства общения с вычислительной техникой, отсутствующие среди стандартных возможностей ОС. Знание технологии программирования командных файлов может оказаться полезным для модификации конфигурационного файла операционной системы AUTOEXEC.BAT, а также при разработке меню пользователя в операционных оболочках типа Norton Commander.

Командный файл, называемый также пакетным, позволяет автоматизировать выполнение часто повторяющихся команд ОС, системных и прикладных программ. Командный файл имеет текстовый формат и расширение имени .BAT (от английского слова batch – партия, группа, пачка). Командный файл может быть создан с помощью любого текстового редактора, например, текстового редактора оболочки типа Norton Commander, редакторов "Лексикон", Multiedit, WordPad, Write или Word.

Формат вызова командного файла на выполнение следующий:

[диск:путь\]имя\_командного\_файла [параметры],

где диск: – имя диска (накопителя), содержащего командный файл;

путь\ – список каталогов на пути к командному файлу;

параметры – список фактических параметров, разделенных пробелами, запятыми или точками с запятыми.

В процессе выполнения командного файла фактические параметры подставляются на место формальных параметров, присутствующих в тексте файла (подробнее об этом будет сказано далее).

Здесь и далее квадратные скобки обозначают необязательные объекты, которые в конкретных случаях могут отсутствовать. Если имя диска и путь отсутствуют в командной строке запуска, то подразумеваются текущий диск и текущий путь. В дальнейшем для простоты изложения запись [диск:путь\] может быть опущена. Расширение имени файла .BAT можно не указывать.

В командном файле можно употреблять любые допустимые командные строки операционной системы, а также специальные команды. Выполняется командный файл операционной системой последовательно, строка за строкой. Пустые строки в командном файле допускаются, в процессе выполнения они игнорируются. Выполнение командного файла может быть принудительно прервано с помощью комбинации клавиш Ctrl+Break или Ctrl+C.

В операционной системе MS-DOS, начиная с версии 6.20, возможно выполнить командный файл в пошаговом режиме, что может оказаться полезным и удобным для отладки командного файла. Формат команды пошагового выполнения:

```
COMMAND /Y /C [диск:путь\]имя_командного_файла [параметры]
```

Текст каждой команды при этом будет выводиться перед выполнением на экран. Для выполнения команды следует нажать клавишу "Y" или "Enter", для пропуска команды – "N" или "Esc".

Формальные параметры, включаемые в строки командного файла, имеют вид %0, %1, ..., %9. Фактические значения параметров должны присутствовать в строке вызова командного файла. Вводимые параметры по порядку их расположения в командной строке подставляются на место формальных параметров %0, %1, ..., %9. На место формального параметра %0, если он встречается в тексте командного файла, подставляется имя самого командного файла.

Для обращения к переменным окружения операционной системы их имена следует заключать в знаки %, например, %COMSPEC%, %TEXT%. Установка значений переменных окружения производится с помощью команд PATH, PROMPT, SET. Если в строках командного файла встречается имя файла, содержащее знак %, то этот знак следует удваивать (%%).

В конце одного командного файла можно указать имя другого с тем, чтобы последовательно выполнить два файла путем указания в командной строке только первого из них. Следует иметь в виду, что указание командного файла внутри другого командного файла приводит к безусловной передаче управления без последующего возврата в первичный файл. Если возврат в первичный командный файл является необходимым условием, то для вызова вложенного командного файла следует воспользоваться специальной командой CALL (см. ниже).

В операционных системах Windows 95/98 основные возможности командных файлов сохранены такими же, как в MS-DOS версии 6.22.

Отметим, что более широкими возможностями по управлению операционной системой обладает альтернативный командный процессор 4DOS, разработанный фирмой Jet Software. Он может полностью заменить стандартный командный процессор COMMAND.COM в операционных системах MS-DOS и Windows 95/98 и при этом предоставить пользователю дополнительные средства для управления вычислительной системой и разработки командных файлов.

## 2.2. Пример простого командного файла

Этот командный файл имеет имя LX.BAT и предназначен для автоматизации запуска популярного текстового редактора "Лексикон" с дополнительными параметрами. Файл содержит две строки:

```
C:\LEXICON\lexicon.exe -t%TEMP% -av %1 %2 %3 %4 %5 %6 %7 %8  
erase *.bak
```

В первой строке запрограммирован запуск текстового редактора с несколькими параметрами. Параметр -t определяет каталог для хранения временных файлов редактора; конкретное наименование каталога будет подставлено из переменной окружения TEMP, значение которой обычно устанавливается в системном командном файле AUTOEXEC.BAT с помощью команды SET. Параметр -av устанавливает видеорежим дисплея (VGA). Формальные параметры командного файла %1 – %8 позволяют передать текстовому

редактору до восьми имен файлов, которые будут загружаться в память редактора и помещаться в его рабочие окна. Вторая строка командного файла содержит команду удаления всех временных файлов из текущего каталога после завершения работы редактора.

Приведем пример командной строки запуска командного файла LX.BAT, который находится в каталоге C:\BATCH, с тремя фактическими параметрами (которые не являются обязательными):

```
>C:\BATCH\LX BOOK_1.TXT BOOK_2.TXT BOOK_3.TXT
```

### 2.3. Специальные команды командных файлов

К специальным командам относятся команды @, CLS, CALL, ECHO, FOR, GOTO, IF, PAUSE, REM, SHIFT и CHOICE. Эти команды, а также команды ANSI-драйвера образуют простой, но довольно развитый, хотя и архаичный язык программирования, возможности которого позволяют разрабатывать командные файлы со сложным алгоритмом работы. Чтобы составлять сложные командные файлы, требуются навыки программирования на каком-либо алгоритмическом языке высокого уровня.

Команда @ подавляет вывод на экран дисплея той строки командного файла, перед которой установлен этот знак.

Команда CLS очищает экран и перемещает курсор в левую верхнюю позицию.

Команда CALL предназначена для вызова второго (вложенного) командного файла с последующим возвратом в первый. Формат команды:

```
CALL [диск:путь\]имя_командного_файла [параметры]
```

Имя вложенного командного файла должно иметь расширение .BAT, но в команде его можно не указывать. Командный файл может рекурсивно вызывать самого себя, но в файле должно быть предусмотрено условие выхода из рекурсии. Уровень вложенности командных файлов не может превышать восьми. Состояние команды ECHO (OFF или ON) наследуется вызываемым командным файлом, но обратно измененное состояние не возвращается.

В качестве аргумента в команде CALL допускается указывать не только имя командного файла, но и имя команды операционной системы или имя исполняемого файла (с расширением .COM или .EXE)

В старых версиях MS-DOS (до 3.30) вызов вложенного командного файла с возвратом в исходный осуществляется командой COMMAND с параметром /C:

```
COMMAND /C [диск:путь\]имя_командного_файла [параметры] .
```

Команда ECHO выполняет вывод сообщения на экран дисплея, а также разрешение и запрет вывода на экран выполняемых командных строк и сообщений от внутренних команд командных файлов. Форматы команды:

ECHO текст – вывод сообщения на экран дисплея;

ECHO OFF – запрет вывода на экран командных строк и сообщений;

ECHO ON – разрешение вывода на экран командных строк и сообщений;

ECHO – вывод состояния команды (ON или OFF).

В тексте сообщения не следует употреблять символы перенаправления ввода-вывода <, >, |.

При загрузке операционной системы устанавливается режим ECHO ON. Команда ECHO OFF действует до конца командного файла или до команды ECHO ON. Переход на выполнение вложенного командного файла не отменяет режима ECHO OFF. Режим

ECHO ON полезен при отладке командного файла, потому что позволяет проследить последовательность выполнения команд. Для подавления вывода на экран самой команды ECHO OFF следует использовать знак @ (@ECHO OFF).

Команда ECHO может быть применена для вывода информации на магнитный диск, печатающее устройство или иное периферийное устройство. Для этого следует использовать символы перенаправления вывода >, >>, |, например:

```
ECHO текст > PRN
ECHO текст > D:\REPORT.TXT
ECHO текст >> D:\REPORT.TXT
ECHO ATDT 80955551234 > COM2
```

В первой строке данного примера программируется вывод сообщения на печатающее устройство. Во второй строке определяется создание файла REPORT.TXT и запись в него сообщения (если файл с таким именем уже существует, то его старое содержимое будет уничтожено). В третьей строке сообщение будет направлено в конец ранее созданного файла REPORT.TXT. В четвертой строке показано соединение по телефону из командной строки (модем связан с коммуникационным портом COM2).

Для вывода пустой строки в команде ECHO следует использовать какой-либо разделительный символ: знак препинания, знак арифметической операции, кавычки или скобку, например, ECHO . (точка должна следовать сразу за словом ECHO).

Чтобы получить звуковой сигнал компьютера в выводимый текст необходимо включить символ с кодом 7.

Для вывода содержимого текстового файла на дисплей следует воспользоваться командой TYPE. Для постраничного отображения больших файлов надо дополнительно использовать команду MORE, например:

```
TYPE C:\REPORT.TXT | MORE
```

Команда FOR предназначена для циклического выполнения какой-либо другой команды и имеет следующий формат:

```
FOR %%переменная IN (набор) DO команда
```

Переменная – идентификатор, состоящий из одной буквы. Эта переменная последовательно принимает значения слов или имен файлов, входящих в набор команды.

Набор – одно или несколько символьных слов или спецификаций файлов. Спецификация файла должна иметь вид

```
[диск:путь\]имя_файла.расширение.
```

Допускаются шаблоны групповых файловых операций. Слова и спецификации файлов в наборе разделяются пробелами или запятыми. Внутри команды FOR может использоваться любая допустимая команда операционной системы, выполняемая для каждого слова или файла из набора. Приведем пример циклической команды:

```
FOR %%F IN (*.TXT *.LST) DO COPY %%F PRN
```

Здесь переменной F последовательно присваиваются имена файлов с расширениями .TXT и .LST из текущего каталога и каждый файл выводится на печать.

По умолчанию команда FOR не различает длинные имена файлов (более 8 символов), допустимые в операционных системах Windows 95/98. Для переключения команды FOR на



работу с длинными именами необходимо предварительно выдать команду `LFNFOR ON`. Для возврата к коротким именам следует использовать команду `LNFOR OFF`.

Другой пример использования команды `FOR`:

```
FOR %%V IN (COPY ERASE) DO %%V *.* C:\BACKUP
```

В этой команде программируется циклическое копирование всех файлов из текущего каталога в каталог `C:\BACKUP` с одновременным удалением этих файлов из текущего каталога.

Команда `GOTO` предназначена для изменения порядка выполнения команд в командном файле. Формат этой команды

```
GOTO [:]метка
```

Метка представляет собой один или несколько символов, начинающихся с двоеточия в первой позиции командной строки. Значащими являются первые восемь символов. Метка может содержать пробелы, но не другие символы-разделители, такие, как точка с запятой или знак равенства. При выполнении команды `GOTO` осуществляется переход на командную строку, начинающуюся с заданной метки. При попытке перехода на несуществующую метку выводится аварийное сообщение "Label not found" ("Метка не найдена") и выполнение командного файла прекращается.

Команда `IF` позволяет в зависимости от соблюдения некоторых условий выполнять или не выполнять команды в командном файле. Существуют три формата команды `IF`:

```
IF [NOT] ERRORLEVEL число команда
IF [NOT] строка_1==строка_2 команда
IF [NOT] EXIST [диск:путь\]имя_файла.расширение команда
```

Внутри команды `IF` может использоваться любая допустимая команда операционной системы и языка командных файлов (в том числе `GOTO`). Она выполняется, если условие в команде `IF` истинно, в противном случае команда игнорируется. Слово `NOT` является признаком логического отрицания.

В первом формате команды `IF` производится анализ кода завершения программы, отработавшей перед выполнением условия. Если код завершения больше или равен параметру "число", условие выполняется. Код завершения формируется командами операционной системы (`DISKCOPY`, `DISKCOMP`, `FORMAT`, `KEYB`, `XCOPY`, `CHOICE`, `CHKDSK` и др.), а также многими системными и прикладными программами. Код завершения – это целое число из диапазона от 0 до 255. Как правило, нулевой код завершения означает успешное выполнение программы, а ненулевой код свидетельствует о какой-либо ошибке во время выполнения программы.

Во втором формате команды `IF` производится проверка идентичности двух символьных строк. Кроме символьных строк в данном условии можно использовать формальные параметры и переменные командных файлов. Символьные строки должны быть заключены в кавычки (""). Строки сравниваются посимвольно, символы верхнего и нижнего регистров различаются. Для сравнения пустых строк справа и слева от знака `==` следует ввести какой-либо символ (см. ниже пример интерактивного командного файла `TASM.BAT`).

Две команды `IF` могут быть вложенными одна в другую, чтобы проверить конкретное значение кода завершения, например:

```
IF ERRORLEVEL X IF NOT ERRORLEVEL Y команда,
```

где X – некоторое значение из диапазона 0...254, а Y – значение из диапазона 1...255, превышающее X на 1.

Третий формат команды IF предназначен для проверки существования указанного файла. Для проверки существования каталога следует воспользоваться командой IF следующего формата:

```
IF EXIST диск:путь\имя_каталога\NUL команда
```

Команда PAUSE приостанавливает выполнение командного файла до нажатия любой клавиши. При этом на экран выводится сообщение "Press any key to continue..." ("Нажмите любую клавишу для продолжения..."). Формат команды

```
PAUSE [текст]
```

При наличии параметра заданный текст выводится на экран перед стандартным сообщением команды. Максимальная длина сообщения – 123 символа. В тексте сообщения не следует употреблять символы перенаправления ввода-вывода. Сообщение выводится только в режиме ECHO ON. В режиме ECHO OFF можно воспользоваться комбинацией команд ECHO и PAUSE, например:

```
ECHO Установите дискету в привод A:
ECHO и нажмите любую клавишу для продолжения...
PAUSE > NUL
```

В этом примере стандартное сообщение команды PAUSE подавляется путем перенаправления его на виртуальное устройство NUL.

Команду PAUSE обязательно нужно использовать при выполнении потенциально опасных действий (удалении файлов, форматировании дисков и т.п.). Например:

```
ECHO Внимание! Сейчас будут удалены все файлы из каталога ECHO
C:\TEMP
ECHO Для отмены нажмите Ctrl+C
PAUSE
ECHO y | DEL C:\TEMP\*.*
```

Команда REM позволяет вставлять строки комментария в командные файлы. Формат команды

```
REM [текст]
```

Вместо команды REM можно использовать символ точки с запятой или двоеточия в первой позиции командной строки. В тексте комментария не следует употреблять символы перенаправления ввода-вывода. Если необходимо запретить вывод комментариев даже в режиме ECHO ON, перед командой REM следует поставить символ @.

Команда SHIFT выполняет сдвиг влево параметров командного файла, что обеспечивает следующие возможности:

- обработку неопределенного числа параметров;
- обработку более девяти параметров из командной строки;
- циклическую обработку однообразных параметров.

Следует отметить, что не существует команды, действие которой противоположно команде SHIFT. Поэтому после однократного сдвига доступ к первому параметру становится невозможным.

Команда CHOICE впервые появилась в операционной системе MS-DOS версии 6.0 и предназначена для разработки интерактивных командных файлов, в которых одна из возможных ветвей алгоритма командного файла выбирается по указанию пользователя, введенному с клавиатуры. Команда CHOICE отображает на экране заданный текст и приглашение с вариантами ответов пользователя. После ввода ответа команда формирует код завершения в зависимости от набранного на клавиатуре символа. Этот код может быть проанализирован с помощью серии команд IF. Формат команды

```
CHOICE [/C[:]список_ответов] [/N] [/S] [/T[:]буква,время] [текст]
```

Параметр "текст" определяет строку, которая будет выводиться на экран перед запросом на выбор. Если текст отсутствует, то на экране будет только запрос на выбор варианта ответа. Если в строку входит символ /, строку необходимо заключить в кавычки ("").

Параметр /C определяет набор возможных ответов пользователя. При выводе запроса на экран варианты ответа заключаются в квадратные скобки, разделяются запятыми и заканчиваются знаком вопроса. При отсутствии списка ответов или параметра /C по умолчанию предполагается значение /C:YN.

Параметр /N служит для отмены вывода на экран списка возможных ответов. При этом текст подсказки продолжает выводиться на экран.

Параметр /S включает режим, при котором одноименные строчные и прописные буквы различаются. По умолчанию такие буквы считаются одинаковыми.

Ключ /T позволяет задать паузу в диапазоне от 1 до 99 с и букву, которая должна входить в список возможных ответов. Если пользователь в течение заданного времени не ввел ответ, по умолчанию будет принят ответ, соответствующий заданной букве в параметре /T. Задание нулевого временного интервала возможно, но приведет к бесконечному ожиданию ввода ответа и фактически отменит действие параметра /T.

Команда CHOICE в командных файлах используется совместно с командой IF ERRORLEVEL. Первый возможный ответ возвращает код завершения 1, второй – 2 и т.д. Строки IF ERRORLEVEL следует располагать в порядке убывания кода завершения. Если пользователь нажмет клавишу, которой нет в списке ответов, то будут выданы звуковой сигнал и приглашение повторить ввод.

Приведем фрагмент командного файла, предназначенного для форматирования дискет и использующего команду CHOICE для ввода имени дискового устройства:

```
SET DRIVE=A:
CHOICE /C:AB "Введите имя накопителя "
IF ERRORLEVEL 2 SET DRIVE=B:
FORMAT %DRIVE% /V
```

В этом примере DRIVE – переменная окружения операционной системы, используемая как параметр в команде FORMAT. Значение переменной устанавливается посредством сочетания команд CHOICE и SET.

При обнаружении в своей работе какой-либо ошибки команда CHOICE сформирует код завершения 255.

## 2.4. ANSI-драйвер

ANSI-драйвер предоставляет пользователю дополнительные возможности управления дисплеем и клавиатурой, которые могут быть использованы и в командных файлах. Для

включения ANSI-драйвера необходимо наличие в файле конфигурации операционной системы CONFIG.SYS строки следующего вида:

*[диск:путь\]DEVICE[HIGH]=[диск:путь\]ANSI.SYS [параметры]*

Если в символьной строке, посылаемой на экран, встречается комбинация управляющего символа Esc (десятичный код символа 27) и символа [, то следующие за ними символы ANSI-драйвер интерпретирует как команды управления экраном и клавиатурой. Такая специальная комбинация символов получила наименование Esc-последовательность. Аналогичные Esc-последовательности используются также для управления печатающими устройствами. Перечень Esc-последовательностей, распознаваемых ANSI-драйвером, следующий:

Esc[2J – очистка экрана и перемещение курсора в левый верхний угол;

Esc[K – очистка строки от курсора до конца строки;

Esc[строка;позицияH или Esc[строка;позицияf – установка позиции курсора. Номер строки должен быть в диапазоне от 1 до 25, номер столбца – от 1 до 80 или от 1 до 40 (в зависимости от включенного видеорежима);

Esc[mA – перемещение курсора на m строк вверх;

Esc[mB – перемещение курсора на m строк вниз;

Esc[mC – перемещение курсора на m позиций вправо;

Esc[mD – перемещение курсора на m позиций влево;

Esc[s – запомнить текущие координаты курсора;

Esc[u – восстановить прежние координаты курсора;

Esc[=7h – включение автоматического перевода курсора на следующую строку;

Esc[=7l – выключение автоматического перевода курсора на следующую строку;

Esc[число\_1,число\_2,число\_3m – выбор атрибутов выводимых на экран символов. Количество параметров может быть от одного до трех. Первый параметр "число\_1" может принимать следующие значения:

0 – нормальное изображение (белые символы на черном поле);

1 – повышенная яркость символов;

4 – подчеркивание символов (только для монохромных дисплеев);

5 – мерцание символов;

7 – инверсное изображение (черные символы на белом фоне);

8 – скрытый текст (только для монохромных дисплеев; цветное изображение можно скрыть, установив одинаковые цвета фона и символа).

Второй параметр "число\_2" определяет цвет выводимых символов и может принимать следующие значения:

30 – черные символы (black);

34 – синие символы (blue);

31 – красные символы (red);

35 – фиолетовые символы (magenta);

32 – зеленые символы (green);

36 – голубые символы (cyan);

33 – коричневые символы (brown);

37 – белые символы (white).

Третий параметр "число\_3" определяет цвет фона, на котором отображаются символы, и может принимать следующие значения:

40 – черный фон (black);

44 – синий фон (blue);

41 – красный фон (red);

45 – фиолетовый фон (magenta);

42 – зеленый фон (green);

46 – голубой фон (cyan);

43 – коричневый фон (brown);

47 – белый фон (white);

Esc[mh или Esc[ml – выбор видеорежима дисплея. Параметр m может принимать следующие значения:

0 – монохромный текстовый режим 40x25;

1 – цветной текстовый режим 40x25;

- 2 – монохромный текстовый режим 80x25;
- 3 – цветной текстовый режим 80x25;
- 4 – цветной графический режим 320x200, 4 цвета;
- 5 – цветной графический режим 320x200, 2 цвета;
- 6 – черно-белый графический режим 640x200;
- 13 – цветной графический режим 320x200, 16 цветов;
- 14 – цветной графический режим 640x200, 16 цветов;
- 15 – монохромный графический режим 640x350;
- 16 – цветной графический режим 640x350, 16 цветов;
- 17 – цветной графический режим 640x480, 2 цвета;
- 18 – цветной графический режим 640x480, 16 цветов;
- 19 – цветной графический режим 320x200, 256 цветов;

`Esc[старый_код;новый_код` – переопределение клавиш. Параметр "старый код" задает ASCII-код (включая расширенный двухбайтовый код) переопределяемой клавиши либо соответствующий ей символ, заключенный в кавычки. Параметр "новый код" – это ASCII-код назначаемого этой клавише символа, либо заключенная в кавычки последовательность символов, которая должна генерироваться при нажатии этой клавиши. Например, функциональную клавишу F2 можно назначить для выполнения команды DIR с помощью Esc-последовательности:

```
ECHO Esc[0;60;"DIR";13p
```

Стандартные средства командных файлов не предусматривают ввод символьных строк непосредственно с клавиатуры компьютера. Однако ввод символьных строк в командный файл может быть запрограммирован с помощью команды COPY в режиме копирования символов с клавиатуры во временный текстовый файл, например:

```
COPY CON имя_файла
```

Курсор переместится в начало строки, и вся вводимая с клавиатуры информации будет печататься в строке. Строка от строки отделяется нажатием клавиши Enter. Чтобы завершить ввод и сохранить файл используется комбинация клавиш Ctrl+Z и Enter. Вместо комбинации клавиш Ctrl+Z, которая генерирует код "конец файла" (управляющий символ с десятичным кодом 26), можно использовать функциональную клавишу F6.

После окончания ввода информация из этого текстового файла может быть направлена на вход какой-либо программы в качестве исходных данных. Перед окончанием командного файла временный файл должен быть удален.

С помощью команды CHOICE возможно организовать циклический ввод символов и последующее объединение введенных символов в единую строку. В следующем примере приводится фрагмент командного файла, в котором осуществляется ввод числовой строки. При этом используется пара команд драйвера ANSI.SYS, делающая работу команды CHOICE более удобной для пользователя, но и без этих команд работа командного файла принципиально не изменится. Для завершения ввода пользователь должен ввести символ звездочки (\*).

```
REM Программа ввода с клавиатуры числовой строки
REM Используется драйвер ANSY.SYS
REM Запомнить координаты курсора
ECHO Esc[s
:LOOP
```

```

REM Восстановить координаты курсора
ECHO Esc[u
CHOICE /C:0123456789* /N Введите число или * для завершения ввода:
%one%
REM Переменная TWO содержит последнюю введенную цифру
IF ERRORLEVEL 11 GOTO END
IF ERRORLEVEL 10 SET TWO=9
IF ERRORLEVEL 10 GOTO CONT
IF ERRORLEVEL 9 SET TWO=8
IF ERRORLEVEL 9 GOTO CONT
IF ERRORLEVEL 8 SET TWO=7
IF ERRORLEVEL 8 GOTO CONT
IF ERRORLEVEL 7 SET TWO=6
IF ERRORLEVEL 7 GOTO CONT
IF ERRORLEVEL 6 SET TWO=5
IF ERRORLEVEL 6 GOTO CONT
IF ERRORLEVEL 5 SET TWO=4
IF ERRORLEVEL 5 GOTO CONT
IF ERRORLEVEL 4 SET TWO=3
IF ERRORLEVEL 4 GOTO CONT
IF ERRORLEVEL 3 SET TWO=2
IF ERRORLEVEL 3 GOTO CONT
IF ERRORLEVEL 2 SET TWO=1
IF ERRORLEVEL 2 GOTO CONT
IF ERRORLEVEL 1 SET TWO=0
:CONT
REM Сцепление двух строк
SET ONE=%ONE%%TWO%
REM Повторение ввода символа
GOTO LOOP
:END
REM В переменной ONE содержится введенное число в виде строки
символов
ECHO Введено число - %ONE%

```

Отрицательным в представленном методе ввода символьных строк является то, что для ввода, например, имени файла необходимо использовать значительно более широкий набор символов: 26 букв латинского алфавита, 10 цифр плюс другие необходимые специальные символы. При этом соответственно возрастет объем списка допустимых символов в команде CHOICE и количество команд IF ERRORLEVEL.

## 2.5. Программа Batch Enhancer

Программа Batch Enhancer (программный файл BE.EXE) входит в состав программного пакета Norton Utilities версий 5.0 – 8.0. Программа Batch Enhancer, или BE, предназначена для расширения возможностей командных файлов. Программы BE версий 5.0 и 6.0 работают совместно с ANSI-драйвером, версии 7.0 и 8.0 уже не требуют присутствия ANSI-драйвера в вычислительной системе. Все версии программы BE позволяют программировать следующее:

- очистку экрана;
- цвет, фон, мерцание выводимых символов, а также цвет окаймления экрана;
- вывод строк в заданном месте экрана;
- время задержки выполнения командного файла;

- звуковые сигналы и простые мелодии;
- многооконный интерфейс;
- разветвления алгоритма командного файла;
- определение текущего дня месяца и дня недели;
- перезагрузку операционной системы;
- файлы сценариев.

Программа BE поддерживает семейство из 17 специальных команд (в алфавитном порядке): ASK, BEEP, BOX, CLS, DELAY, EXIT, GOTO, JUMP, MONTHDAY, PRINTCHAR, REBOOT, ROWCOL, SA, SHIFTSTATE, TRIGGER, WEEKDAY, WINDOW.

Программа BE предназначена для запуска из командных файлов, но для отладки ее можно запускать из командной строки. Запуск BE может производиться в одном из двух форматов:

BE команда [аргументы] [переключатели]

или

BE файл ,

где команда – одна из допустимых команд программы BE; аргументы – последовательность аргументов, или параметров, команды, разделенных по крайней мере одним пробелом; переключатели – последовательность переключателей, или ключей, каждому из которых должен предшествовать символ /; файл – текстовый файл, содержащий сценарий работы командного файла, при этом каждая строка сценария имеет вид

команда [аргументы] [переключатели]

Строкой сценария может быть также метка, заданная в том виде, как это принято в командных файлах.

В первом формате программа BE выполняет единственную заданную команду, во втором – последовательность команд, записанных в сценарии. Если требуется выполнить подряд несколько команд BE, то второй формат является предпочтительным, так как скорость выполнения последовательности команд в таком режиме существенно выше. Приведенные форматы запуска BE справедливы для большинства команд, кроме следующих исключений:

команды EXIT и JUMP могут использоваться только в сценариях;

команда GOTO в командной строке задается иначе, чем определено первым форматом.

Рассмотрим далее кратко все поддерживаемые программой BE команды в том порядке, который соответствует их функциональному назначению. Более подробное описание программы BE и примеры ее команд приведены во второй части книги [1].

Команда SA служит для установки режима отображения информации на экране монитора компьютера. Эта команда имеет две независимые и отменяющие друг друга формы:

SA {NORMAL | UNDERLINE | REVERSE} [/N]

или

SA атрибуты [/N] [/CLS]

Первая форма команды устанавливает режим отображения информации, определяемый заданным аргументом:

NORMAL – отменить действующий режим и обеспечить вывод символов со стандартными цветами (белые символы на черном фоне);

UNDERLINE – обеспечить подчеркивание выводимых символов;

REVERSE – инвертировать стандартные цвета (вывод черных символов на белом фоне).

Вторая форма команды служит для задания режима отображения символов и их цветов. Единственный обязательный аргумент "атрибуты" имеет следующий формат (символ | здесь и далее при описании программы BE обозначает логическую функцию "или"):

[BRIGHT | BLINKING] цвет [ON фон],

где цвет и фон – это соответственно код цвета и фона выводимых символов, задаваемых с помощью ключевых слов Black (черный), Blue (синий), Green (зеленый), Cyan (бирюзовый), Red (красный), Magenta (фиолетовый), Yellow (желтый), White (белый); BRIGHT – повысить интенсивность цвета символов, сделав его более ярким (с этой же целью можно использовать слово BOLD); BLINKING – обеспечить мерцание символов.

Назначение необязательных переключателей:

/N – цвет каймы, или бордюра, экрана не устанавливать;

/CLS – после смены режима отображения символов и цветов выполнить очистку экрана, в результате чего курсор установится в левую верхнюю позицию, а сам экран заполнится фоновым цветом.

Команда CLS служит для очистки экрана и установки новых атрибутов символов, используемых в дальнейшем по умолчанию. Формат команды

CLS [атрибуты]

Формат аргумента такой же, как в команде SA. Если аргумент не задан, то экран заполняется фоновым цветом. В противном случае происходит смена текущих атрибутов символов и заполнение экрана новым фоновым цветом.

Команда ASK предназначена для организации разветвлений в командных файлах и является аналогом ранее рассмотренной команды CHOICE. Команда ASK имеет формат

ASK "строка" [список] [DEFAULT=символ] [TIMEOUT=n] [ADJUST=m]  
[атрибуты]

Аргументы команды имеют следующий смысл:

"строка" – текстовое сообщение, выводимое на экран монитора. Если в сообщении пробелы и запятые отсутствуют, то кавычки можно не использовать;

список – список возможных ответов пользователя, заданный в виде последовательности символов клавиатуры;

DEFAULT=символ – значение, принимаемое по умолчанию. Символ должен быть из списка допустимых ответов;

TIMEOUT=n – максимальная длительность паузы, равная n секундам, в течение которой программа BE ждет ответа пользователя;

ADJUST=m – число, которое прибавляется к сгенерированному коду возврата;

атрибуты – цвет и фон выводимого сообщения.

По команде ASK на экран, начиная с текущей позиции курсора, выводится сообщение с заданными цветами символов и фона. Программа BE ожидает ответа пользователя, состоящего в нажатии одной клавиши клавиатуры. Код возврата формируется по тем же правилам, что и в команде CHOICE. Ответ пользователя отображается вслед за сообщением тем же цветом. Если список допустимых символов не задан, то команда ASK становится



аналогичной ранее рассмотренной команде PAUSE, но для продолжения работы командного файла следует нажать клавишу Enter или Esc.

Если аргумент DEFAULT указан, то по истечении паузы, заданной посредством аргумента TIMEOUT, или в результате нажатия клавиши Enter генерируется код возврата по умолчанию. Когда аргумент TIMEOUT не задан, то ответ пользователя будет ожидаться сколь угодно долго.

Команда MONTHDAY обеспечивает выдачу в качестве кода возврата порядкового номера текущего дня месяца (число от 1 до 31) в соответствии с установкой часов компьютера.

Команда WEEKDAY обеспечивает выдачу в качестве кода возврата порядкового номера текущего дня недели (число от 1 до 7) в соответствии с установкой часов компьютера. Нумерация начинается с воскресенья.

Команда SHIFTSTATE предназначена для определения удержания на клавиатуре в нажатом состоянии некоторых клавиш путем выдачи соответствующего кода возврата. Это позволяет организовать разветвления в командных файлах без их явной параметризации и ответов на вопросы. Команда SHIFTSTATE генерирует следующие коды возврата:

- 1 – для правой клавиши Shift;
- 2 – для левой клавиши Shift;
- 4 – для левой и правой клавиш Ctrl;
- 8 – для левой и правой клавиш Alt.

Чтобы команда SHIFTSTATE исполнилась требуемым образом, программа BE должна выполняться на фоне нажатой клавиши из приведенного списка или их комбинаций. В последнем случае коды возврата отдельных клавиш суммируются. Если во время выполнения команды не замечено нажатое состояние ни одной из перечисленных клавиш, то вырабатывается нулевой код возврата.

Во всех командах программы BE, вырабатывающих коды возврата (ASK, MONTHDAY, WEEKDAY, SHIFTSTATE), можно использовать необязательный переключатель /DEBUG, который служит для отладки командных файлов, обеспечивая отображение кода возврата на экране монитора. В связи с этим полные форматы команд MONTHDAY, WEEKDAY и SHIFTSTATE имеют вид

```
MONTHDAY [/DEBUG]
```

```
WEEKDAY [/DEBUG]
```

```
SHIFTSTATE [/DEBUG]
```

Команда JUMP обеспечивает разветвление в сценарии по нескольким направлениям в зависимости от кода возврата, сгенерированного предыдущей командой. Данная команда имеет следующий формат:

```
JUMP метка_1 [метка_2] ... /DEFAULT:метка
```

Управление передается на n-ю метку, если код возврата предыдущей команды равен n. С помощью переключателя /DEFAULT может быть задана метка, переход к которой происходит в случае, когда код возврата недоступен. При отсутствии этого переключателя и недоступности кода возврата команда JUMP не выполняется.

Команда EXIT служит для немедленного прекращения выполнения сценария.

Команда REBOOT предназначена для инициации процедуры "теплого" или "холодного" рестарта операционной системы, соответствующего нажатию клавиш Ctrl+Alt+Del или кнопки RESET на системном блоке компьютера. Формат команды

REBOOT [/V[ERIFY]] [/C[OLD]]

Переключатель /C соответствует нажатию кнопки RESET. Переключатель /V определяет выдачу сообщения пользователю на подтверждение выполнения рестарта операционной системы. При отсутствии этого переключателя перезапуск системы производится немедленно.

Команда TRIGGER служит для приостановки выполнения командного файла до наступления указанного астрономического времени. Формат команды

TRIGGER чч:мм [AM | PM]

Здесь чч – часы, мм – минуты. Время может указываться в 24-часовом или 12-часовом формате. В последнем случае необходимо указать AM (до полудня) или PM (после полудня).

Для продолжения выполнения командного файла до наступления указанного в команде TRIGGER времени следует нажать комбинацию клавиш Ctrl+Break или Ctrl+C.

Команда GOTO обеспечивает выполнение сценария не с начала, а с заданной метки. Формат команды

BE файл [GOTO] метка,

где файл – спецификация файла со сценарием;

метка – метка, заданная внутри этого файла.

Внутри файла со сценарием команда GOTO имеет такой же формат, как в командном файле.

Команда BEEP предназначена для генерирования звуковых сигналов и проигрывания простых мелодий. Формат команды

BEEP [/Dn] [/Fm] [/Rp] [/Wq]

или

BEEP файл [/E]

Если указано только наименование команды (BEEP), то выдается стандартный звуковой сигнал частотой 800 Гц.

Каждая команда BEEP генерирует звук единственного тона. Для проигрывания мелодии необходимо выполнить подряд несколько команд BEEP или создать файл с партитурой и исполнить его данной командой. Файл с партитурой имеет текстовый формат, а каждая его строка должна иметь следующий формат:

[/Dn] [/Fm] [/Rp] [/Wq]; комментарий

Комментарий – это любая последовательность символов, которые могут быть заключены в кавычки. Переключатели интерпретируются следующим образом:

/Dn – установить длительность n звука в тиках (1/18 с);

/Fm – установить частоту m звукового сигнала в герцах;

/Rp – повторить сигнал p раз;

/Wq – осуществить задержку в выдаче повторяющихся сигналов, равную q тикам;

/E – во время обработки строки партитуры отображать на экране монитора текст комментария.

Соответствие нот частотам представлено в табл. 6.1.

Команда DELAY осуществляет задержку выполнения командного файла на  $n$  тиков и имеет формат

DELAY  $n$

Команда PRINTCHAR предназначена для вывода на экран монитора, начиная с текущей позиции курсора, заданного символа или последовательности одинаковых символов. Формат команды

PRINTCHAR символ  $n$  [атрибуты]

Цвет выводимого символа может быть задан с помощью параметра "атрибуты". Параметр  $n$  задает число повторений символа (до 80).

Команда ROWCOL предназначена для позиционирования курсора и вывода с новой позиции заданной последовательности символов. Формат команды

ROWCOL строка столбец ["строка"] [атрибуты]

Числовые параметры "строка" и "столбец" задают соответственно номер строки и номер позиции в строке экрана, начиная с нуля. Кавычки, обрамляющие выводимую строку символов, можно опустить, если строка не содержит ни пробелов, ни запятых. Если строка символов в команде не задана, то просто меняется позиция курсора.

Таблица 6.1

Таблица частот (в Гц)

Нота	Октава 1	Октава 2	Октава 3	Октава 4	Октава 5
До	131	262	523	1040	2093
До#	139	277	554	1103	2217
Ре	147	294	587	1176	2349
Ре#	156	311	622	1241	2489
Ми	165	330	659	1311	2637
Фа	175	349	698	1391	2794
Фа#	185	370	740	1488	2960
Соль	196	392	784	1568	3136
Соль#	208	415	831	1662	3322
Ля	220	440	880	1760	3520
Ля#	233	466	932	1866	3729
Си	248	494	988	1973	3951

Команда BOX служит для вывода на экран символами псевдографики прямоугольной рамки определенного цвета. Формат команды

BOX строка1 столбец1 строка2 столбец2 [SINGLE | DOUBLE] [атрибуты]

Первые четыре числовые параметра команды BOX определяют номера строк и позиций в строках для левого верхнего и правого нижнего углов рамки соответственно. Параметры SINGLE и DOUBLE задают тип линий рамки (одинарные или двойные), при этом DOUBLE принимается по умолчанию.

После вывода рамки весь экран остается доступным для вывода последующей информации, адресация позиций экрана не изменяется, а область экрана внутри рамки сохраняется.

Команда WINDOW обеспечивает открытие на экране монитора окна и имеет формат

```
WINDOW строка1 столбец1 строка2 столбец2 [атрибуты] [ZOOM]
[SHADOW]
```

Первые четыре параметра имеют тот же смысл, что и в команде BOX. Параметр ZOOM указывает на открытие "распахивающегося" окна, можно использовать синоним EXPLODE. Параметр SHADOW определяет тень от окна.

Отличие команды WINDOW от команды BOX состоит в том, что атрибуты выводимых символов действуют только внутри окна. Система адресации курсора на экране монитора после открытия окна не изменяется. Закрытие окна производится командой CLS.

Более подробное описание программы Batch Enhancer и примеры ее команд приведены во второй части книги [1].

## 2.6. Пример интерактивного командного файла

Командный файл с наименованием TASM.BAT предназначен для автоматизации процесса трансляции программ, написанных на языке ассемблера. Этот командный файл предусматривает использование ANSI-драйвера. Заставка выводится белым цветом на синем фоне, аварийные сообщения – красным цветом. Предполагается, что пути вызова программ транслятора TASM и редактора связей TLINK должны быть предварительно указаны в переменной окружения PATH.

```
@ECHO OFF
REM Командный файл автоматизации компиляции программы
REM на языке Ассемблера. Используется драйвер ANSY.SYS
CLS
REM Проверить наличие параметров в командной строке
IF (%1)==( ) ECHO Esc[31;1mВ командной строке не задан
параметр!Esc[0m
IF (%1)==( ) GOTO END
REM Проверка существования файлов
IF NOT EXIST %1.ASM ECHO Esc[31;1mНеверное имя файла!Esc[0m
IF NOT EXIST %1.ASM GOTO END
REM Задать цвет символов и фона для вывода заставки
ECHO Esc[37;44m
ECHO
*****
ECHO      Система программирования Turbo Assembler Version 4.0
ECHO      Программист – студент гр. 620292 Иванов С.П.
ECHO
*****
REM Вернуться к нормальному изображению
ECHO Esc[0m
REM Запомнить координаты курсора
ECHO Esc[s
:LOOP
REM Восстановить координаты курсора
ECHO Esc[u
```

```

ECHO Транслируется файл %1.ASM. Создается файл листинга %1.LST
TASM /L /T /ZI /N %1,NUL,%1
IF ERRORLEVEL 1      ECHO Esc[31;1mОшибка трансляции!Esc[0m
IF ERRORLEVEL 1      GOTO END
CHOICE /C:YN /N/T:N,8 Создать объектный модуль (Да - Y, Нет - N):
IF ERRORLEVEL 2      GOTO END
IF ERRORLEVEL 1      ECHO Второй этап трансляции. Создается файл
%1.OBJ
IF ERRORLEVEL 1      TASM %1,%1,NUL
CHOICE /C:ECN /N /T:N,8 Создать EXE-файл - E, COM-файл - C, отказ
- N:
IF ERRORLEVEL 3 GOTO END
IF ERRORLEVEL 2 GOTO ONE
IF ERRORLEVEL 1 GOTO TWO
:ONE
TLINK /T %1.OBJ
GOTO END
:TWO
TLINK %1.OBJ
:END
REM Сдвинуть список параметров влево
SHIFT
REM Переход на метку LOOP, если параметры еще доступны
IF NOT "%1"= "" GOTO LOOP
ECHO Конец работы командного файла

```

Текст исходной программы на языке ассемблера должен храниться в файле с расширением .ASM. В качестве фактического параметра используется имя файла исходной программы, но без расширения .ASM. Количество фактических параметров в строке вызова командного файла TASM.BAT ограничено только длиной командной строки. Если в строке вызова командного файла записано несколько фактических параметров (имен файлов), то они будут обрабатываться последовательно при помощи команды SHIFT.

В приведенном примере можно найти два варианта команды IF (в начале файла и в его конце), используемой для сравнения пустых строк. Время ожидания ввода в командах CHOICE принято равным восьми секундам, по истечении которых будет приниматься ответ по умолчанию (соответствует вводу буквы N или n).

Приведем пример строки запуска командного файла TASM.BAT для трансляции двух программ, которые находятся в файлах ONE.ASM и TWO.ASM:

```
TASM[.BAT] ONE TWO
```

Другие примеры командных файлов можно найти в литературных источниках, указанных в библиографическом списке.

### 3. ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Персональный компьютер типа IBM PC, операционная система MS-DOS версии 6.xx или Windows 95/98/Me, пакет программ Norton Utilities, программа Batch Enhancer, дискета, компакт-диск (CD, DVD).

#### 4. ЗАДАНИЯ НА РАБОТУ

Каждое индивидуальное задание для студента предполагает разработать интерактивный командный файл для автоматизации запуска и конфигурирования сервисной программы из состава операционной системы MS-DOS, Windows или пакета программ Norton Utilities. По указанию преподавателя командный файл может быть разработан в одном двух вариантов: в обычном варианте с использованием стандартных средств операционной системы и улучшенном с использованием программы Batch Enhancer.

Для всех заданий следует программировать вывод заставки о назначении командного файла и его разработчике.

Разработка на основе командного файла TASM.BAT командного файла MASM.BAT, предназначенный для автоматизации процесса трансляции программы на языке Microsoft Assembler.

Форматирование дискеты в приводах A: (5,25") и B: (3,5") (или A: (3,5") и B: (5,25")) с помощью утилиты FORMAT, форматы дискеты – 360, 720, 1200, 1440 Кбайт. Предусмотреть выбор алгоритма работы и анализ кода завершения утилиты FORMAT.

Выполнение утилиты DEFRAG в автоматическом режиме с выбором алгоритма работы. Использовать ключи /F, /U, /S. Предусмотреть анализ кода завершения утилиты DEFRAG.

Выполнение утилиты UNDELETE в автоматическом режиме с выбором алгоритма работы. Использовать ключи /LIST, /ALL, /DOS. Предусмотреть анализ кода завершения утилиты UNDELETE.

Выполнение утилиты сравнения файлов FC с выбором режима сравнения. Предусмотреть анализ кода завершения утилиты.

Выполнение антивирусной программы Dr.Weber с выбором тестируемого диска и режима работы. Предусмотреть анализ кода завершения программы (0 – вирусы не найдены, 1 – обнаружен известный вирус, 2 – обнаружен неизвестный вирус).

Выполнение копирования дискет с помощью утилиты DISKCOPY. Предусмотреть ввод имени дисковода и выбор режима копирования (использовать ключи утилиты /V и /M). Выполнить анализ кода завершения утилиты.

Выполнение проверки файловой структуры заданного дискового накопителя (от A: до Z:) с помощью утилиты CHKDSK. Предусмотреть выбор режима работы утилиты и проверку кода ее завершения. Выполнить проверку существования накопителя с заданным идентификатором.

Запуск драйвера манипулятора "мышь" (файл типа MOUSE.COM или MOUSE.EXE) с настройкой режимов работы драйвера и манипулятора.

Выполнение утилиты SpeedDisk в автоматическом режиме для конкретного дискового накопителя. Использовать ключи /F, /FD, /FF, /U, /Q для выбора алгоритма работы утилиты. Предусмотреть анализ кода завершения утилиты.

Выполнение программной настройки печатающего устройства с помощью Esc-команд. Разработать меню на десять режимов работы печатающего устройства.

Просмотр карты оперативной памяти с помощью утилиты MEM. Предусмотреть выбор режима просмотра. Ключ /P использовать всегда.

Выполнение утилиты ATTRIB для заданного файла, группы файлов или каталога. Предусмотреть ввод признака изменяемого атрибута.

Выполнение утилиты SCANDISK в режиме автоматической проверки заданного дискового накопителя с выбором алгоритма работы. Предусмотреть анализ кода завершения утилиты.

Выполнение программы-архиватора для выполнения основных функций: 1) добавление файлов в архив, 2) обновление архива, 3) извлечение файлов из архива, 4)

просмотр оглавления архива (в постраничном режиме), 5) проверка целостности архива. Тип конкретной программы-архиватора (ARJ, LHA, ZIP, RAR, HA и др.) определяется преподавателем. Предусмотреть анализ кода завершения программы-архиватора.

Выполнение утилиты DiskDoctor в автоматическом режиме для заданного дискового накопителя. Для выбора алгоритма работы утилиты использовать ключи /QUICK и /COMPLETE. Предусмотреть анализ кода завершения утилиты.

Запуск компилятора Turbo Pascal (файл TPC.EXE) из командной строки. Разработать меню выбора параметров компилятора (не менее трех). Предусмотреть проверку существования файлов TURBO.TPL и GRAPH.TPU.

Выполнение компрессии/декомпрессии исполняемого файла (типа \*.EXE) с помощью утилиты PKLITE (EXEPACK, DIET, или аналогичной). Разработать меню выбора режима работы утилиты. Выполнить анализ кода завершения утилиты.

Разработка командного файл INSTALL.BAT для копирования или переноса с дискеты на "винчестерский" накопитель всех файлов и каталогов. Предусмотреть выбор языка выводимых сообщений (английский, русский), ввод идентификатора накопителя (от C: до Z:), имени каталога назначения, вида операции (копирование, перенос).

Проверка качества компьютерного компакт-диска (CD-ROM) путем копирования всех файлов с CD-ROM на виртуальное устройство NUL с помощью утилиты XCOPY. Предусмотреть проверку наличия CD-ROM в приводе и анализ кода завершения утилиты XCOPY.

Проверка файловой структуры дискового тома путем копирования всех файлов с данного тома на виртуальное устройство NUL с помощью утилиты XCOPY. Предусмотреть ввод идентификатора тестируемого тома и анализ кода завершения XCOPY.

Выполнение утилиты MODE для конфигурирования дисплея и клавиатуры компьютера. Разработать систему меню для выбора параметров работы указанных устройств.

Выполнение утилиты MODE для конфигурирования принтера, последовательных и параллельных коммуникационных портов компьютера. Разработать систему меню для выбора параметров работы указанных устройств.

Запуск прикладной программы в заданный день недели с выбором режима ее работы с помощью средств командных файлов. Включение какого-либо режима работы программы осуществляется с помощью параметров в командной строке запуска программы. Для выбора режима работы разработать меню. Наименование прикладной программы определяется преподавателем.

Выполнение заданного множества программ, запуск которых осуществляется с помощью меню, реализованного средствами командных файлов. Наименования программ определяются преподавателем.

## 5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с теоретическими положениями лабораторной работы, ответить на контрольные вопросы.
2. Получить у преподавателя индивидуальное задание. Изучить функциональные возможности сервисной программы, работу которой следует автоматизировать.
3. Разработать алгоритм работы командного файла, представить алгоритм в виде схемы.
4. Составить и отладить программу командного файла в соответствии с заданием.
5. Продемонстрировать перед преподавателем отлаженный командный файл в действии.
6. Подготовить отчет о проделанной работе и защитить его перед преподавателем.

## 6. СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

Отчет выполняется на листах писчей бумаги формата А4. По согласованию с преподавателем отчет может быть оформлен в ученической тетради. Страницы отчета должны быть пронумерованы, начиная с титульного листа. Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- 1) титульный лист, выполненный по общепринятому образцу;
- 2) текст индивидуального задания;
- 3) схему алгоритма командного файла, выполненного в соответствии с ГОСТ 19.701-90;
- 4) текст (распечатку) командного файла;
- 5) пояснения к схеме алгоритма и программе командного файла;
- 6) распечатку результатов работы командного файла (она может быть получена, например, путем распечатки копии экрана монитора ПК);
- 7) библиографического списка, выполненного по ГОСТ 7.1-84.

## 7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каково назначение командных файлов в операционной системе ПК?
2. Каким образом можно создать командный файл?
3. Как в командный файл можно ввести исходные данные?
4. Каким образом можно принудительно прервать выполнение командного файла?
5. Можно ли в командном файле программировать звуковые сигналы?
6. Можно ли из командного файла управлять позицией вывода текстовой строки на дисплей?
7. Сколько формальных и фактических параметров может иметь командный файл?
8. Какие способы отладки могут быть применены к командным файлам?
9. Как в командном файле программировать вывод информации в файл?
10. Можно ли в командном файле программировать вывод информации на печатающее устройство?
11. Каким образом в алгоритме работы командного файла программируются разветвления?
12. Можно ли с помощью языка командных файлов программировать циклические алгоритмы?
13. Возможно ли из командного файла управлять цветом выводимых на дисплей символов?
14. Как в командном файле запрограммировать временную задержку?
15. Каким образом в командном файле можно проверить существования файла на магнитном диске?
16. Можно ли из командного файла инициировать выполнение другого командного файла?
17. Для каких целей предназначен драйвер ANSI.SYS?
18. Будет ли работать командный файл TASM.BAT (см. пример), если в вычислительной системе отсутствует ANSI-драйвер?
19. Каково назначение программы Batch Enhancer?
20. Можно ли в командном файле программировать перезапуск операционной системы?

## 8. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Богумирский Б.С. Руководство пользователя ПЭВМ: В 2 ч. – СПб. Питер, 1994. – 736 с.



2. Богумирский Б. Эффективная работа на IBM PC в среде Windows 95. – СПб: Питер, 1998. – 1120 с.
3. Григорьев В.Л. Самоучитель по операционной системе для персональных компьютеров. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 312 с.
4. Попов А.В. Командные файлы и сценарии Windows Script Host. – СПб.: БХВ, 2002. – 320 с.
5. Финогенов К.Г., Черных В.И. DOS 6. – М.: ABF, 1993. – 448 с.
6. Финогенов К.Г. MS-DOS 6.20. – М.: ABF, 1994. – 320 с.
7. Фигурнов В.Э. IBM PC для пользователя: Краткий курс: 7-е изд. – М.: ИНФРА-М, 1997. – 480 с.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 12

### УПРАВЛЕНИЕ ВИРТУАЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ ВНЕШНЕЙ ПАМЯТИ ПК

#### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Изучение программных средств персональных компьютеров (ПК), предназначенных для создания виртуальных ресурсов внешней памяти, и приобретение навыков практической работы с ними.

#### 2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

По реальности существования все ресурсы вычислительных систем подразделяются на физические и виртуальные. Под физическим понимают ресурс, который реально существует и обладает всеми ему присущими физическими свойствами. Виртуальный ресурс (от английского слова *virtual* – мнимый, кажущийся) – это некоторая модель физического ресурса. Виртуальный ресурс сходен многими своими характеристиками с физическим ресурсом, но по многим свойствам и отличен. Вид, в котором виртуальный ресурс проявляет себя пользователю, не существует. Примерами виртуальных ресурсов служат виртуальная оперативная память, виртуальные магнитные диски и др.

Создание виртуальных ресурсов и управление ими является одной из основных функций современных операционных систем ЭВМ, поскольку виртуальные ресурсы предоставляют пользователю дополнительные функции. Виртуальные ресурсы создаются средствами операционных систем и существуют только во время работы ЭВМ.

Электронные магнитные диски достаточно широко используются на практике как один из видов виртуальных ресурсов внешней памяти компьютера. В процессе эволюции ЭВМ по мере увеличения емкости оперативной памяти и повышения ее быстродействия возникла идея использовать часть этой памяти для имитации (моделирования) работы дискового накопителя. Главная цель такой "подмены" – повышение производительности работы дисковой подсистемы ЭВМ, так как обращения к оперативной памяти происходят во много раз быстрее, чем к дисковому накопителю с электромеханическим приводом перемещения магнитных головок. Электронный диск бывает также полезен и в случае, когда в ЭВМ отсутствует накопитель на жестких магнитных дисках. Создание электронного диска и управление его работой осуществляется с помощью специальной программы – драйвера электронного (виртуального) диска. При этом объем электронного диска может достигать 2 Гбайта и ограничен объемом доступной оперативной памяти, которая в современных IBM-совместимых компьютерах может достигать 4 Гбайт.

Основным недостатком виртуального магнитного диска является то обстоятельство, что при выключении ЭВМ или перезапуске операционной системы содержимое такого диска полностью теряется, поэтому он предназначен, как правило, не для длительного хранения данных, а для их оперативного использования. Работа пользователя ЭВМ с электронным диском осуществляется так же, как с физическим дисковым накопителем, которому присвоен собственный идентификатор. При этом при работе с электронным диском может потребоваться периодическое копирование его содержимого на реальный магнитный диск.

Другая технология виртуализации ресурсов внешней памяти – сжатие, или компрессия, дисковой памяти. Эта технология позволяет в определенных пределах (обычно в 1,5 – 2 раза) увеличить эффективную емкость накопителей на гибких и жестких магнитных дисках (НГМД, НЖМД) благодаря сжатию информации, хранению ее на магнитном диске в сжатом виде и последующему восстановлению при непосредственном использовании. Такая обработка файлов происходит динамически во время работы компьютера и невидимо для пользователя. Время, затрачиваемое на сжатие и распаковку информации, может снизить производительность компьютера (в пределах от 5 до 15 % в зависимости от скорости работы процессора и дискового накопителя), но потери эти невелики и в целом незаметны. Хотя

риск потери данных минимален, сжатие диска увеличивает вероятность повреждения и потери данных.

Динамическое сжатие данных предполагает наличие в оперативной памяти резидентной программы, обычно называемой драйвером сжатого диска или дисковым компрессором. Эта программа "перехватывает" обращения к магнитному диску, обеспечивая упаковку данных, на него записываемых, и распаковку данных, с него считываемых. Программы сжатия диска, как правило, используют в реальном масштабе времени один из алгоритмов сжатия информации Лемпеля-Зива (Lempel-Ziv). Сжатие осуществляется путем кодирования информации таким образом, что файлы наиболее распространенных типов, встречающихся на жестком диске, удастся разместить в меньшем пространстве памяти. В процессе сжатия и восстановления данных дисковый компрессор динамически создает кодировочный справочник и корректирует свой алгоритм в процессе его выполнения, добиваясь максимального коэффициента сжатия.

Драйвер электронного диска RAMDisk фирмы Cenatek существует в двух вариантах: 1) для операционной системы из семейства Windows 95/98/Me; 2) для операционной системы из семейства Windows NT/2000/XP. Работу электронного диска в режиме MS-DOS этот драйвер не предусматривает.

Для активизации драйвера следует с рабочего стола Windows нажать командную кнопку "Пуск" и далее выбрать пункты меню "Программы"–"RAMDisk9xMe"–"Cenatek RAMDisk9xMe". После этого на экран будет выведено окно панели управления электронным диском (рис. 7.1). Элементы панели управления электронным диском имеют следующее назначение:

**Enable** – загрузить в оперативную память драйвер и активизировать электронный диск;

**Disable** – деактивировать электронный диск;

**Disk Type** – выбрать тип электронного диска, который может принимать следующие значения: **Hard Disk** – имитировать работу жесткого диска, **1.44MB Floppy** – имитировать работу дискеты емкостью 1440 Кбайт, **2.88MB Floppy** – имитировать работу дискеты емкостью 2880 Кбайт;

**Drive Letter** – назначить идентификатор электронного диска (от C : до Z :);

**Start Driver at Boot** – активизировать драйвер в процессе загрузки операционной системы;

**Disk Size** – определить объем электронного диска в мегабайтах в случае имитации жесткого диска. При этом минимальный объем диска – 5 Мбайт, максимальный – 2 Гбайта. Шаг изменения объема диска – 1 Мбайт;

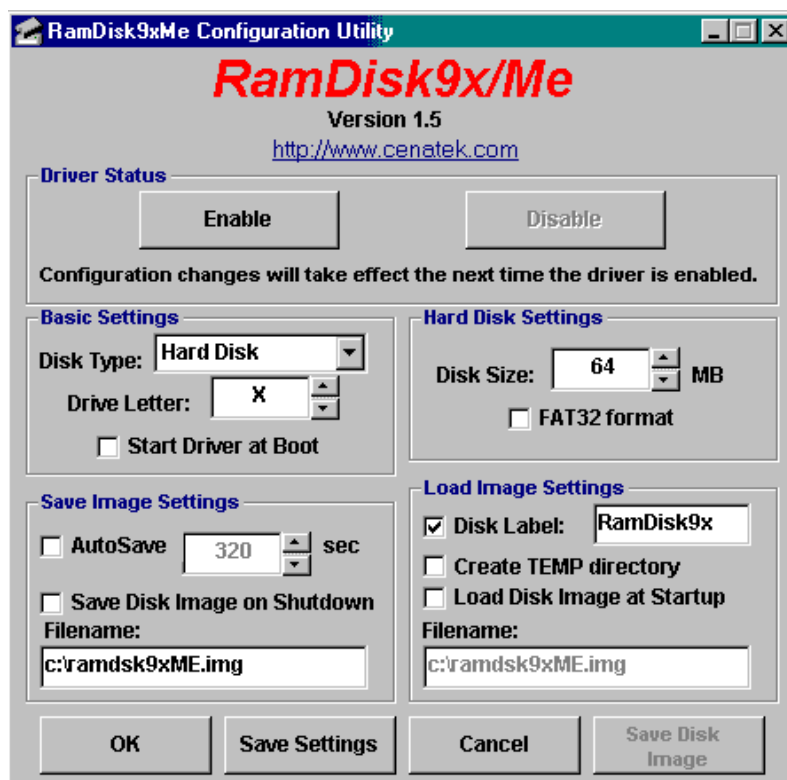


Рис. 12.1. Панель управления электронным диском RAMDisk

**FAT32 Format** – определить для электронного диска размером 33 Мбайт и более файловую систему FAT-32, что позволит снизить потери объема диска из-за фрагментации файлов. По умолчанию для электронного диска используется файловая система FAT-16;

**AutoSave** – определить интервал времени в секундах между процедурами периодического автоматического сохранения образа электронного диска на жесткий магнитный диск. Эта процедура необходима для повышения надежности хранения информации на электронном диске;

**Disk Label** – назначить метку для электронного диска (не более 11 буквенно-цифровых символов);

**Create TEMP Directory** – создать временный каталог TEMP на жестком магнитном диске для сохранения образа электронного диска;

**Load Disk Image On Startup** – определить автоматическое восстановление содержимого электронного диска из файла его образа при старте операционной системы;

**Save Disk Image On Shutdown** – определить автоматическое сохранение образа электронного диска на жестком магнитный диск при завершении работы операционной системы. Необходимо отметить, что процедуры сохранения и восстановления содержимого сжатого диска большой емкости (порядка 64 Мбайт и более) требуют значительных затрат времени при старте операционной системы и завершении ее работы;

**Filename** – определить путь и имя файла образа электронного диска, принимаемого по умолчанию;

Командные кнопки, присутствующие в панели управления, имеют следующее назначение:

**Save Settings** – сохранить параметры работы драйвера электронного диска;

**OK** – закрыть панель управления электронного диска с подтверждением выбранных настроек;

**Cancel** – закрыть панель настройки с отменой выбранных настроек;

**Save Disk Image** – немедленно сохранить на магнитном диске образ электронного диска.

Очевидно, что драйвер RAMDisk предоставляет пользователю достаточно широкие возможности по оперативному управлению электронным диском по сравнению с другими рассмотренными программами.

### 3. ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

IBM PC/AT-совместимый ПК с объемом оперативной памяти не менее 2 Гбайт, операционная система Windows, драйвер электронного диска или аналогичный, дисковый компрессор, дискета, флэш-диск.

### 4. ЗАДАНИЕ НА РАБОТУ

Задание на лабораторную работу выдается каждому студенту и содержит следующую информацию: наименования программ, которые должны быть изучены в процессе выполнения данной лабораторной работы (драйвер "электронного диска", дисковый компрессор), объем создаваемого "электронного диска" в мегабайтах, объем создаваемого сжатого диска в мегабайтах, наименование накопителя, на котором создается сжатый диск (дискета, "винчестерский" накопитель, "электронный диск"), метод сжатия файлов (стандартный, HiPack, UltraPack). Пример текста индивидуального задания: изучить драйвер электронного RAMDisk, создать электронный диск объемом 8 Мбайт, создать на "электронном диске" сжатый диск объемом 4 Мбайта с помощью дискового компрессора DriveSpace и стандартного метода сжатия.

### 5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с теоретическими положениями лабораторной работы, изучить функциональные возможности программ управления виртуальными ресурсами, составить описание программ, ответить на контрольные вопросы, получить у преподавателя код индивидуального задания.

2. Добавить в конфигурационный файл CONFIG.SYS строку запуска драйвера электронного диска (если таковая отсутствует и если этого требует индивидуальное задание на работу).

3. Выполнить перезагрузку компьютера и убедиться, что в вычислительной системе появился электронный диск.

4. Выполнить оперативную настройку параметров электронного диска (если это позволяет сделать драйвер электронного диска).

5. Скопировать на электронный диск группу файлов большого объема и определить время копирования файлов.

6. Выполнить реконфигурацию электронного диска (если это позволяет сделать драйвер электронного диска).

7. Убедиться, что в вычислительной системе присутствует дисковый компрессор DriveSpace (или аналогичный). Запустить программу дискового компрессора.

8. Создать пустой сжатый диск на носителе, который определен в индивидуальном задании.

9. Скопировать на сжатый диск группу файлов. Определить степень сжатия файлов.

10. Удалить файлы со сжатого диска. Отсоединить сжатый диск от вычислительной системы и удалить его.

11. Удалить из конфигурационного файла CONFIG.SYS строку запуска драйвера электронного диска.

12. Выполнить рестарт (перезагрузку) операционной системы.

13. Подготовить отчет о проделанной работе и защитить его перед преподавателем.

Создание сжатого диска на "винчестерском" накопителе лабораторного компьютера без специального разрешения преподавателя не допускается!

Отчет по лабораторной работе выполняется на листах писчей бумаги формата А4. По согласованию с преподавателем отчет может быть оформлен в ученической тетради. Страницы отчета должны быть пронумерованы. Отчет должен содержать:

- 1) титульный лист, выполненный по общепринятому образцу;
- 2) текст задания на работу;
- 3) техническое описание изучаемых программ, включая схемы и рисунки, поясняющие процесс работы программ;
- 4) выводов о работе программ виртуализации внешней памяти компьютера;
- 5) библиографического списка, выполненного по ГОСТ 7.1-84.

Для более полного ознакомления с функциональными возможностями изучаемых программ следует воспользоваться литературными источниками из библиографического списка.

## 6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое виртуальный ресурс вычислительной системы?
2. Что такое электронный (виртуальный) диск?
3. Какие преимущества и недостатки присущи электронным дискам?
4. В какой области памяти IBM-совместимого компьютера может быть создан электронный диск?
5. Сколько электронных дисков может одновременно присутствовать в памяти компьютера?
6. Можно ли в процессе работы компьютера динамически изменить размер электронного диска?
7. Каков максимальный объем электронного диска?
8. Может ли электронный диск размещаться в ПЗУ компьютера?
9. Что такое дисковый компрессор?
10. С какой целью в вычислительных системах применяется технология сжатия магнитной памяти?
11. На каких носителях информации может быть созданы сжатые диски?
12. Что означает понятие "несущий диск"?
13. Во сколько раз может быть увеличена емкость дискового накопителя с помощью дискового компрессора?
14. Какие дисковые компрессоры фирмы Microsoft используются для IBM-совместимых компьютеров?
15. Сколько существует версий дискового компрессора DriveSpace?
16. Сколько сжатых дисков типа DriveSpace или DoubleSpace может одновременно присутствовать в вычислительной системе?
17. Какие методы (алгоритмы) сжатия используют дисковые компрессоры DriveSpace и DoubleSpace?
18. Какие функции выполняет программа "Агент сжатия"?
19. Каким образом дисковый компрессор запоминает состав и параметры сжатых дисков?
20. Существует ли технология сжатия магнитных дисков в операционных системах семейства Windows NT/2000/XP?
21. Какие недостатки присущи технологии сжатия магнитных дисков?
22. Какие существуют альтернативные дисковые компрессоры для операционных систем MS-DOS и Windows?

## 7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ахметов К.С. Windows 95 для всех. 3-е изд. – М.: Компьютер Пресс, 1998. – 256 с.
2. Богумирский Б.С. MS-DOS 6.2/6.22. Новые возможности для пользователя – СПб: Питер, 1995. – 464 с.
3. Богумирский Б. Эффективная работа на IBM PC в среде Windows 95. – СПб: Питер, 1998. – 1120 с.
4. Богумирский Б.С. Энциклопедия Windows 98 (второе издание). – СПб: Питер Ком, 2000. – 896 с.
5. Рудометов В.Е., Рудометов Е.А. PC: настройка, оптимизация, разгон. – СПб: БХВ, 2003. – 496 с.
6. Федоров А. DoubleSpace изнутри // КомпьютерПресс. – 1994. – №4. – С. 10 – 12.
7. Финогенов К.Г., Черных В.И. MS DOS 6. – М.: ABF, 1993. – 448 с.
8. Харрис М. Сжатие дисков. – М.: БИНОМ, 1995. – 416 с.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 13

### ПРЯМОЕ СОЕДИНЕНИЕ ПК

#### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Изучение технологии межмашинной связи двух IBM-совместимых компьютеров с целью приобретение практических навыков в создании простейшей распределенной вычислительной системы.

#### 2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

##### 2.1. Аппаратные средства прямого кабельного соединения IBM-совместимых компьютеров

Прямое кабельное соединение – это соединение двух компьютеров посредством универсального или специального кабеля. При этом соединенные компьютеры работают так, как если бы они находились в локальной сети, и совместно используют свои программные и аппаратные ресурсы. Прямое кабельное соединение не требует специального сетевого адаптера, и такой тип соединения дешевле и проще, чем сетевое соединение. Главное ограничение при этом состоит в том, что соединить можно, как правило, только два компьютера, а скорость передачи данных намного меньше, чем в локальной сети.

Самый простой и дешевый способ прямого кабельного соединения двух IBM-совместимых компьютеров – это соединение посредством коммуникационных портов последовательного (COM-порты) или параллельного типа (LPT-порты) с использованием последовательного или параллельного коммуникационного кабеля соответственно. Последовательные порты могут соединяться 3- или 7-проводным последовательным кабелем, называемым также нуль-модемным кабелем. Параллельные порты связываются двунаправленным параллельным кабелем. Последовательный кабель должен иметь 9- или 25-контактные разъемы типа DB-9 или DB-25 соответственно на каждом из его концов. Параллельный кабель содержит 11 проводов и должен иметь на каждом конце разъем типа DB-25.

При отсутствии соединительного кабеля фабричного изготовления пользователь, имеющий навыки электромонтажных работ, может самостоятельно изготовить соединительный кабель, используя для этого соответствующие материалы, оборудование и инструменты. Порядок соединения контактов разъемов последовательного и параллельного кабелей приведен в табл. 8.1 и 8.2 соответственно [2].

Таблица 8.1

Схема соединения контактов разъемов для последовательных кабелей

Тип первого разъема		Тип второго разъема	
9-контактный	25-контактный	25-контактный	9-контактный
5	7	7	5
3	3	3	2
7	4	5	8
6	6	20	4
2	3	2	3
8	5	4	7



Таблица 8.2  
Схема соединения контактов разъемов  
для параллельных кабелей

Номер контакта первого разъема	Номер контакта второго разъема
2	15
3	13
4	12
5	10
6	11
15	2
13	3
12	4
10	5
11	6
25	25

Архитектура компьютеров типа IBM PC предусматривает в общей сложности четыре COM-порта с идентификаторами COM1, COM2, COM3, COM4 и четыре LPT-порта с идентификаторами LPT1, LPT2, LPT3, LPT4. Но обычно в компьютере установлены только порты COM1, COM2 и LPT1. Максимальная скорость передачи данных через последовательный коммуникационный порт составляет около 4 Кбайт/с. Через стандартный параллельный коммуникационный порт (порт типа SPP) данные могут передаваться со скоростью около 40 Кбайт/с, а через параллельные порты типа EPP или ECP, которые используют прямой доступ к памяти, – вдвое быстрее. Программное включение или выключение коммуникационных портов, выбор режима работы параллельного порта (SPP, EPP или ECP) производится с помощью программы настройки базовой системы ввода-вывода (Setup BIOS). Настройки портов могут быть также осуществлены с помощью команды MODE операционной системы MS-DOS и специальных средств настройки в операционных системах Windows 95/98/Me [1, 3, 5, 6]. Однако во многих случаях менять параметры настройки портов не требуется, поскольку коммуникационные программы контролируют и самостоятельно устанавливают их.

Максимальная длина стандартного параллельного кабеля составляет 3 м, параллельный кабель специального исполнения может иметь длину до 10 м. Длина последовательного кабеля может быть гораздо больше – до 50 м и более, но при этом следует уменьшать скорость передачи информации путем соответствующей настройки последовательного порта.

Необходимо отметить, что подсоединение последовательного или параллельного кабелей к коммуникационным портам компьютеров должно производиться только при выключенных компьютерах, поскольку подключение или отключение такого кабеля во время работы компьютера может привести к выходу из строя коммуникационного порта.

Существует множество разнообразных программных продуктов, которые управляют соединением компьютеров через COM- или LPT-порты. Наиболее широко известной и доступной в этом плане является операционная оболочка Norton Commander фирмы Symantec. Некоторые операционные оболочки иных разработчиков также обладают возможностью управлять связью компьютеров через коммуникационные порты (например, оболочка Total Commander).

Если компьютеры оснащены инфракрасным коммуникационным портом, то его также можно использовать для связи компьютеров. Поскольку инфракрасному порту назначаются логический последовательный или параллельный порты, то организовать прямое соединение

можно с помощью программных средств, предназначенных для организации связи через COM- или LPT-порты. Инфракрасный порт типа SIR подключается к разъему свободного последовательного порта, а инфракрасный порт типа FIR устанавливается в специальный разъем системной платы компьютера.

Еще одним способом прямого кабельного соединения двух IBM-совместимых компьютеров является использование интерфейса USB (Universal Serial Bus). Практически все современные IBM-совместимые ПК и микроЭВМ оснащены контроллером интерфейса USB, управляющим от двух до восьми портов USB. Этот интерфейс предназначен для постепенной замены традиционных коммуникационных портов COM и LPT. Интерфейс USB характеризуется высокой скоростью передачи информации (12 Мбит/с для спецификации 1.0 и 480 Мбит/с для спецификации 2.0), позволяет подключать и отключать периферийные устройства при включенном компьютере и их использовать практически сразу, без перезагрузки операционной системы. Для непосредственного соединения двух компьютеров с помощью интерфейса USB необходим специальный кабель с двумя вилками типа "А" на его концах. Его максимальная длина составляет 5 м. Однако, во-первых, такой кабель имеет значительно более высокую стоимость по сравнению с простыми соединительными кабелями типа COM–COM и LPT–LPT, так как в кабель встроено устройство преобразования сигналов. Во-вторых, для управления прямым кабельным соединением с помощью интерфейса USB необходимо специальное программное обеспечение.

## 2.2. Связь компьютеров с помощью оболочки Norton Commander

Организация связи двух компьютеров, непосредственно соединенных между собой кабелем через COM- или LPT-порты, с помощью операционной оболочки Norton Commander осуществляется посредством программной компоненты Commander Link. Впервые возможность связи двух компьютеров появилась в версии оболочки 3.0 (только для последовательного соединения) и была существенно расширена в версии 4.0.

Для активизации сеанса связи в оболочке Norton Commander предназначена команда Link ("Связь"), которая вводится из подменю Left или Right верхнего меню оболочки, активируемого после нажатия на клавиатуре функциональной клавиши F9. После ввода команды Link открывается диалоговое окно Commander Link, в котором требуется выбрать режим использования данного компьютера (Master – главный или ведущий, Slave – подчиненный или ведомый) и тип интерфейса, который используется для связи компьютеров (рис. 8.1).



Рис. 8.1. Окно выбора режима соединения компьютеров

Ведущим компьютером является тот, за которым предполагается работа. Ведомый компьютер при этом только обрабатывает запросы от ведущего компьютера и его клавиатура в течение всего сеанса соединения заблокирована. Часто в качестве ведомого выбирают портативный компьютер, а в качестве ведущего – настольный или стационарный компьютер.

Таким образом, процедура установления связи между двумя компьютерами с помощью оболочки Norton Commander состоит из следующих этапов.

1. Соединить два компьютера с помощью кабеля, при этом компьютеры должны быть выключены.
2. Включить оба компьютера.
3. После загрузки операционных систем запустить на обоих компьютерах оболочку Norton Commander.
4. На одном из компьютеров выбрать в меню Left или Right команду Link и установить соответствующие параметры сеанса связи.
5. После того как будет установлен режим связи для одного компьютера, программа Commander Link предложит установить противоположный режим на другом и ждать установления связи (рис. 8.2).

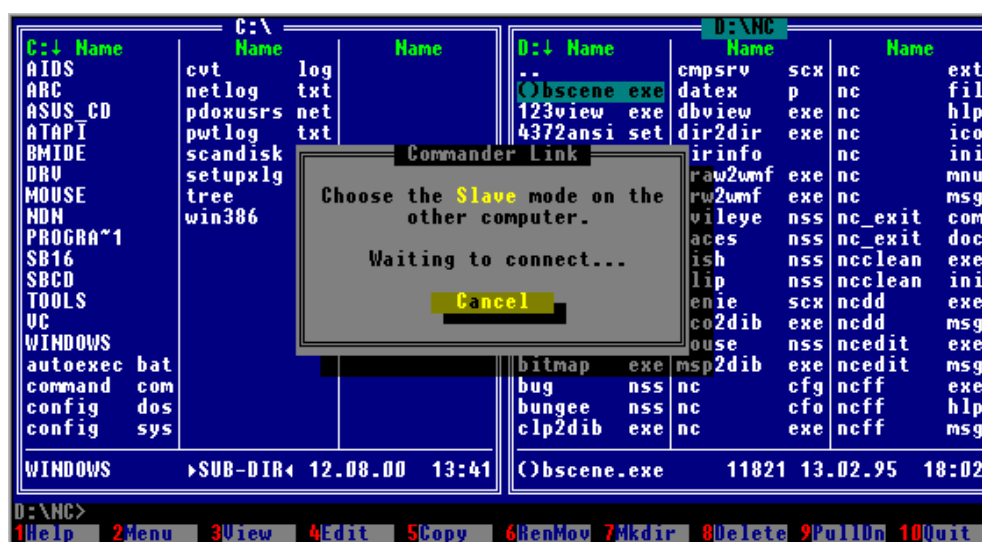


Рис. 8.2. Процесс установления связи между компьютерами

6. Далее на экране ведомого компьютера появится окно, в котором отображается информация о состоянии канала связи, скорость передачи информации, количество переданных и полученных пакетов данных (рис. 8.3). Это событие означает установление сеанса связи между компьютерами.



Рис. 8.3. Окно, выводимое на экран ведомого компьютера

После выполнения команды `Link` на двух физически соединенных компьютерах две панели (по одной на каждом компьютере) из четырех отображают одну и ту же информацию (совмещаются). Такие панели получили название *связующих*. Связующая панель ведущего компьютера имеет в верхней части идентификатор `Link` и отображает содержимое связующей панели ведомого компьютера.

После установления связи клавиатура ведомого компьютера будет бездействовать и им можно будет управлять только с ведущего компьютера. Пользователю ведущего компьютера предоставляются следующие возможности: копирование и пересылка файлов и каталогов между ведущим и ведомым компьютерами, переименование, создание, удаление и смена атрибутов файлов и каталогов на ведомом компьютере. При этом в спецификациях файлов и каталогов можно использовать дополнительный идентификатор `Link:`, например `Link:C:\DOC\homework.doc`. Однако просмотр дерева каталогов на ведомом компьютере невозможен.

Чтобы разорвать сеанс связи, следует на ведущем компьютере указать в меню `Left` или `Right` команду `Link` и нажать клавишу `Enter`. Сеанс связи прекратится, и оба компьютера станут работать в автономном режиме.

С помощью команды `Clone`, которая впервые появилась в четвертой версии оболочки Norton Commander, возможно с одного компьютера выполнить частичную установку оболочки на другой компьютер, на котором эта оболочка отсутствует. На рис 8.4 показано окно "Clone", отображающее инструкции для пользователя, которые он должен исполнить на втором компьютере. Выполнив клонирование оболочки, можно запустить Norton Commander и затем установить связь. Однако операцию `Clone` можно осуществить только при соединении компьютеров 7-проводным нуль-модемным кабелем.



Рис. 8.4. Окно клонирования оболочки на ведомый компьютер

Одним из существенных недостатков оболочки Norton Commander для операционной системы MS-DOS является невозможность работы с длинными именами файлов и каталогов, созданными во время работы в среде операционной системы Windows 95/98/Me. При копировании файлов и каталогов с одного компьютера на другой длинные имена будут утрачены. Чтобы преодолеть этот недостаток следует использовать для связи операционные оболочки, специально разработанные для работы в операционных системах семейства Windows, например, Norton Commander for Windows.

### 2.3. Связь компьютеров с помощью программ INTERLNK

Впервые программные средства для организации передачи данных между двумя компьютерами были включены в состав операционной системы фирмы Microsoft, начиная с MS-DOS версии 6.0. Это были программы INTERLNK и INTERSVR, которые позволяют устанавливать межкомпьютерную связь с помощью последовательного или параллельного коммуникационных портов. В процессе организации межкомпьютерной связи одна из машин выполняет функции сервера (является ведомой), а вторая – удаленного терминала, или клиента (является ведущей). При этом пользователь, работающий за терминалом, имеет в своем распоряжении пространство внешней дисковой памяти, принадлежащее серверному компьютеру, а также параллельные коммуникационные порты сервера, к которым могут быть подключены принтеры. Пользователь может работать только на компьютере-клиенте, используя ресурсы обоих компьютеров. Компьютер-сервер лишь отображает на экране своего монитора статус межкомпьютерной связи, а его клавиатура может использоваться только для завершения сеанса связи.

В состав системы межмашинной связи входят следующие файлы:

INTERLNK.EXE – программа-драйвер, обеспечивающая доступ к серверу с удаленного терминала;

INTERSVR.EXE – программа, реализующая обслуживание сервера.

Подробное описание системы межкомпьютерной связи INTERLNK в операционной системе MS-DOS рассмотрено в [2].

Не рекомендуется программы INTERLNK и INTERSVR использовать при работе в среде операционной системы Windows, которая применяет собственные механизмы распределения ресурсов компьютеров в процессе организации прямого кабельного соединения. В операционных системах семейства Windows 95/98/Me программы INTERLNK и INTERSVR отсутствуют, поскольку указанные операционные системы имеют более совершенную технологию организации межмашинной связи. Однако возможно

использование программ INTERLNK и INTERSVR с ограничениями в среде операционных систем Windows 95/98 только в режиме эмуляции MS-DOS.

### 2.3.1. Драйвер INTERLNK.EXE

Команда на подключение драйвера INTERLNK к операционной системе должна размещаться в конфигурационном файле CONFIG.SYS. Формат команды следующий (в прямоугольных скобках здесь и далее присутствуют необязательные параметры):

```
DEVICE=[диск:] [путь\] INTERLNK.EXE [/DRIVES:n] [/NOPRINTER]
      [COM[:] [n|адрес]] [LPT[:] [n|адрес]] [/AUTO] [/NOSCAN]
      [/BAUD:скорость] [/LOW] [/V]
```

Параметры драйвера имеют следующий смысл:

[диск:] [путь\] – определяет местоположение драйвера на магнитном диске;

/DRIVES:n – определяет количество переназначаемых логических дисков (томов).

Пор умолчанию *n* равно 3. Если определить *n*=0, то переназначению будут подлежать только параллельные порты;

/NOPRINTER – запрещает переназначение параллельных портов сервера для использования на терминальном компьютере. По умолчанию переназначению подлежат все параллельные порты;

COM[:] [n|адрес] – определяет номер или адрес (шестнадцатеричный) последовательного коммуникационного порта, который будет использоваться для передачи данных между компьютерами. В процессе загрузки драйвер сканирует последовательные порты и устанавливает связь через первый из найденных;

LPT[:] [n|адрес] – определяет номер или адрес (шестнадцатеричный) параллельного коммуникационного порта, который будет использоваться для передачи данных между компьютерами. В процессе загрузки драйвер сканирует параллельные порты и устанавливает связь через первый из найденных;

/AUTO – используется для установки драйвера в оперативной памяти только при условии осуществления связи с сервером при запуске компьютера-клиента. По умолчанию драйвер устанавливается в оперативной памяти вне зависимости от результата попытки связи;

/NOSCAN – устанавливает драйвер в оперативной памяти, запрещая при этом попытки организации связи "клиент-сервер". По умолчанию драйвер всегда пытается установить связь между компьютерами;

/BAUD:скорость – устанавливает скорость передачи данных между клиентом и сервером. Значение параметра *скорость* может быть равным 9600, 19200, 57600, 115200. По умолчанию используется значение 115200;

/LOW – определяет загрузку драйвера в базовую оперативную память (Base-memory). По умолчанию, если доступны блоки верхней памяти (UMB), драйвер будет использовать эту область оперативной памяти;

/V – используется для предотвращения конфликтов с системным таймером компьютера. Это параметр следует использовать, если в процессе работы один из компьютеров зависит при попытке обращения к параллельным или последовательным коммуникационным портам.

Чтобы избежать конфликтов с другими драйверами операционной системы, строка DEVICE=INTERLNK.EXE должна стоять последней в конфигурационном файле CONFIG.SYS. При совместном использовании драйвера INTERLNK и драйвера манипулятора "мышь" с последовательным (serial) интерфейсом, следует проследить, чтобы не произошло негативного влияния обоих драйверов друг на друга. Для этого надо с

помощью параметров /COM или /LPT определить явным образом коммуникационный порт, используемый для межмашинной связи.

При работе с драйвером INTERLNK следует таким образом изменить параметры команды LASTDRIVE, которая должна присутствовать в конфигурационном файле CONFIG.SYS, чтобы компьютер мог воспринимать все переназначенные накопители компьютера-сервера. Например, у компьютера-клиента имеются накопители A:, C:, D:, E:, а у компьютера-сервера – A:, C:, D:, E:, F:. Тогда, чтобы получить полный доступ ко всем накопителям сервера, в файле CONFIG.SYS должна присутствовать команда LASTDRIVE=K.

При использовании межмашинной связи с помощью программ INTERLNK и INTERSVR на переназначенных накопителях не будут действовать следующие команды операционной системы: CHKDSK, DEFRAG, DISKCOMP, DISKCOPY, FDISK, FORMAT, SYS, UNDELETE, UNFORMAT.

После запуска драйвера INTERLNK пользователю компьютера-клиента будет доступна одноименная команда, с помощью которой он может выполнить оперативное реконфигурирование драйвера. Команда INTERLNK имеет следующий формат:

```
INTERLNK[.EXE] [диск1[:]=[диск2[:]]]
```

Эта команда позволяет выполнить следующее:

- 1) переназначить идентификатор *диск1* компьютера клиента, уже связанного с накопителем компьютера-сервера, ассоциировав его с другим накопителем *диск2* компьютера-сервера;
- 2) разорвать связь идентификатора *диск1* накопителя компьютера-клиента с накопителем компьютера-сервера, опустив параметр *диск2*;
- 3) инициировать сеанс межкомпьютерной связи, если он еще не инициирован, но компьютер-сервер уже загружен, с одновременным отображением на экране монитора отчета о статусе связи;
- 4) просто отобразить отчет о статусе связи, если сеанс межкомпьютерной связи уже инициирован.

Для инициирования межкомпьютерной связи и/или отображения отчета о статусе связи необходимо выдать команду INTERLNK без параметров.

### 2.3.2. Программа INTERSVR.EXE

Команда INTERSVR осуществляет запуск компьютера-сервера в работу и удаленное копирование системы межкомпьютерной связи. Она имеет следующий формат:

```
[диск:] [путь\] INTERSVR[.EXE] [диск: [...]] [/X=диск:[...]]  
[COM[:][n|адрес]] [LPT[:][n|адрес]] [/BAUD:скорость] [/B] [/V] [RCOPY]
```

Параметры команды имеют следующий смысл:

*диск: [путь\]* – определяет местоположение программного файла INTERSVR.EXE на магнитном диске;

*диск:* – определяет идентификаторы накопителей компьютера-сервера, которые будут переназначены для доступа к ним с компьютера-клиента. По умолчанию переназначаются все доступные накопители компьютера-сервера;

*/X=диск:* – используется для исключения накопителя по его идентификатору из списка переназначаемых устройств;

*COM[:][n|адрес]* – определяет номер или адрес (шестнадцатеричный) последовательного коммуникационного порта, который будет использоваться для передачи

данных между компьютерами. В процессе загрузки драйвер сканирует последовательные порты и устанавливает связь через первый из найденных;

`LPT[:][n|адрес]` – определяет номер или адрес (шестнадцатеричный) параллельного коммуникационного порта, который будет использоваться для передачи данных между компьютерами. В процессе загрузки драйвер сканирует параллельные порты и устанавливает связь через первый из найденных;

`/BAUD: скорость` – устанавливает скорость передачи данных между клиентом и сервером. Значение параметра *скорость* может быть равным 9600, 19200, 57600, 115200. По умолчанию используется значение 115200;

`/LOW` – определяет загрузку драйвера в базовую оперативную память (Base-memory). По умолчанию, если доступны блоки верхней памяти (UMB), драйвер будет использовать эту область оперативной памяти;

`/B` – при работе программы на экран монитора компьютера будет выводиться черно-белое изображение;

`/V` – используется для предотвращения конфликтов с системным таймером компьютера. Это параметр следует использовать, если в процессе работы один из компьютеров зависает при попытке обращения к параллельным или последовательным коммуникационным портам;

`/RCOPY` – этот параметр предназначен только для копирования файла `INTERLNK.EXE` с одного компьютера на другой. Копирование будет осуществляться в тот каталог целевого компьютера, который перед началом копирования является рабочим (текущим).

Программа `INTERSVR` не работает с приводами для компакт-дисков (CD-ROM). При совместном использовании программ `INTERLNK` и `INTERSVR` и драйвера манипулятора "мышь" с последовательным (serial) интерфейсом следует использовать параметры `/COM` или `/LPT` для предотвращения одновременного использования одних и тех же коммуникационных портов.

Программа `INTERSVR`, как и оболочка `Norton Commander`, использует технологию копирования программ межмашинной связи с одного компьютера на другой. Но для передачи файлов с помощью ключа `/RCOPY` требуется 7-проводной нуль-модемный соединительный кабель для соединения обоих компьютеров. Для обычной передачи данных достаточно использовать 3-проводной нуль-модемный кабель.

Для завершения сеанса межкомпьютерной связи следует на компьютере-сервере нажать комбинацию клавиш `Alt+F4`.

Сравнивая программы межкомпьютерной связи `Commander Link` и `INTERLNK+INTERSVR`, отметим, что обе они обладают примерно одинаковыми возможностями. При этом `INTERLNK` и `INTERSVR` позволяют дополнительно обеспечить доступ к принтерным портам ведомого компьютера. Однако программа `Commander Link` является более оперативной в отношении установления межкомпьютерной связи. Напомним, что программы `Commander Link`, `INTERLNK` и `INTERSVR` не поддерживают работу с длинными именами файлов.

## 2.4. Прямое кабельное соединение компьютеров под управлением операционной системы Windows 95/98/Me

В операционных системах семейства Windows 95/98/Me прямое кабельное соединение двух компьютеров осуществляется с помощью программы `Direct Cable Connection` ("Прямое соединение"), программный файл которой `DIRECTCC.EXE` обычно находится в каталоге `C:\WINDOWS`. В отличие от соединения, предоставляемого оболочкой `Norton Commander`, прямое кабельное соединение в системах Windows является разновидностью сетевого соединения с возможностью использования сетевых протоколов



IPX/SPX, NetBEUI и TCP/IP. Вместо сетевого адаптера программа прямого кабельного соединения использует устройство Dial-Up Adapter – контроллер удаленного доступа. При прямом кабельном соединении оба соединяемых компьютера должны работать под управлением одной и той же операционной системы.

Программное обеспечение для прямого кабельного соединения предварительно должно быть установлено в вычислительной системе. Во-первых, это может быть сделано в процессе установки операционной системы. Во-вторых, установка коммуникационных программ для прямого кабельного соединения может быть выполнено и в процессе работы Windows при помощи вкладки "Установка Windows" в окне "Установка и удаление программ", вызываемом из папки "Панель управления". Далее в меню "Установка Windows" следует выбрать пункт "Связь", в котором с помощью командной кнопки "Состав" вызывается окно со списком программных компонентов. Далее выбирается наименование устанавливаемой программной компоненты "Прямое кабельное соединение" и нажимается командная кнопка "ОК". После выполнения указанных действий в операционной системе появится соответствующее программное обеспечение.

Для нормального функционирования прямого кабельного соединения под управлением Windows также необходимо предварительно установить и/или настроить сетевые компоненты (протокол обмена, параметры клиента и сетевую службу) таким образом, чтобы обеспечить сетевое подключение через адаптер удаленного доступа. Для этого необходимо использовать протокол NetBEUI, IPX/SPX или TCP/IP, а также совместное использование ресурсов, для которого необходима сетевая служба. Если ведомый компьютер автономный или подключен к сети Microsoft, следует использовать клиента и службу для сетей Microsoft. Если ведомый компьютер подключен к сети Novell NetWare, то следует использовать клиента именно для такой сети. Настройка сетевых компонентов осуществляется путем ввода последовательности команды "Пуск–Настройка–Сеть" (рис. 8.5).

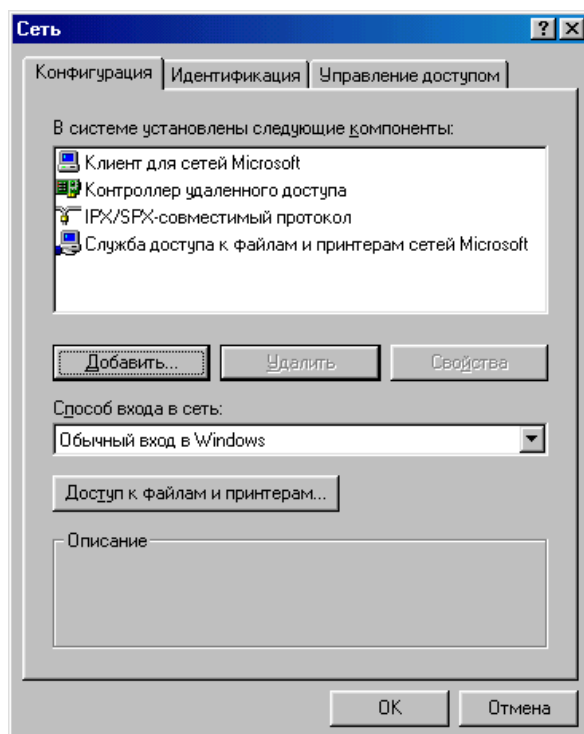


Рис. 8.5. Окно конфигурации сетевых компонентов

В прямом кабельном соединении участвуют два компьютера, один из которых является ведущим (Guest), или клиентом, а другой – ведомым (Host), или сервером. При помощи прямого соединения под управлением Windows пользователи обоих компьютеров

могут совместно использовать дисковые накопители, а также принтеры и факс-модемы. При этом ресурсы ведомого компьютера становятся при кабельном соединении сетевыми по отношению к ведущему компьютеру. Если ведомый компьютер подключен к локальной сети, то он может использоваться ведущим компьютером в качестве шлюза, обеспечивающего доступ ко всем сетевым ресурсам наравне с другими компьютерами сети. Это дает возможность подключить к локальной сети компьютер, который не имеет сетевого адаптера. Подключение к локальной сети другого – ведущего – компьютера никаких дополнительных выгод не даст.

Чтобы осуществить прямое соединение на обоих компьютерах, которые предварительно соединены кабелем, следует запустить программу "Прямое соединение" с помощью цепочки команд "Пуск–Программы–Стандартные–Связь–Прямое кабельное соединение". Если пользователь работает с этой программой на данном компьютере первый раз, то необходимо сконфигурировать компьютеры как ведомый и ведущий (рис. 8.6).

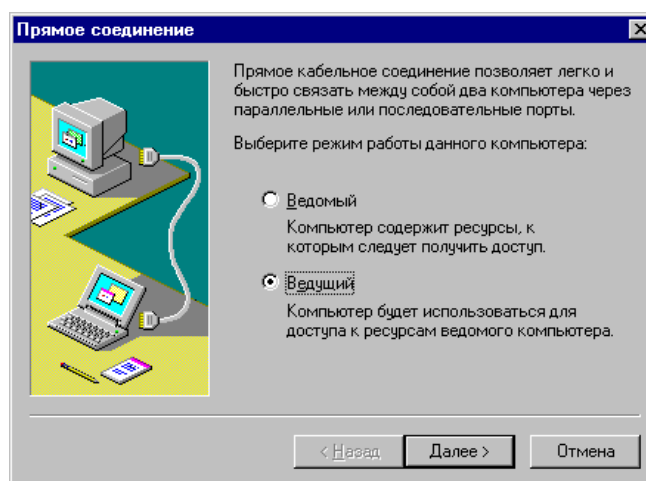


Рис. 8.6. Окно выбора режима работы соединяемого компьютера

Далее для обоих компьютеров следует выбрать из списка адрес коммуникационного порта, через который будет установлено соединение (рис. 8.7).

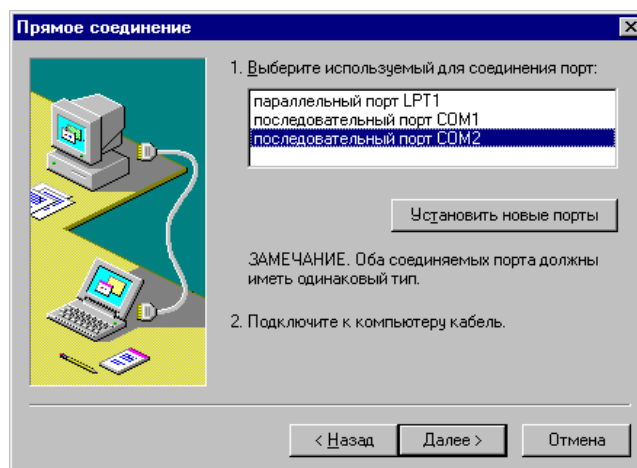


Рис. 8.7. Окно выбора коммуникационного порта

Если программа "Прямое соединение" используется не в первый раз и процедуры конфигурации уже выполнены, то при запуске программы появится окно, отображающее текущие установки сеанса связи. Если установки верны, то можно нажать командную кнопку "Управление" для ведущего компьютера и командную кнопку "Прием команд" для ведомого (рис. 8.8, 8.9). После этого на обоих компьютерах начнется процесс установления связи.

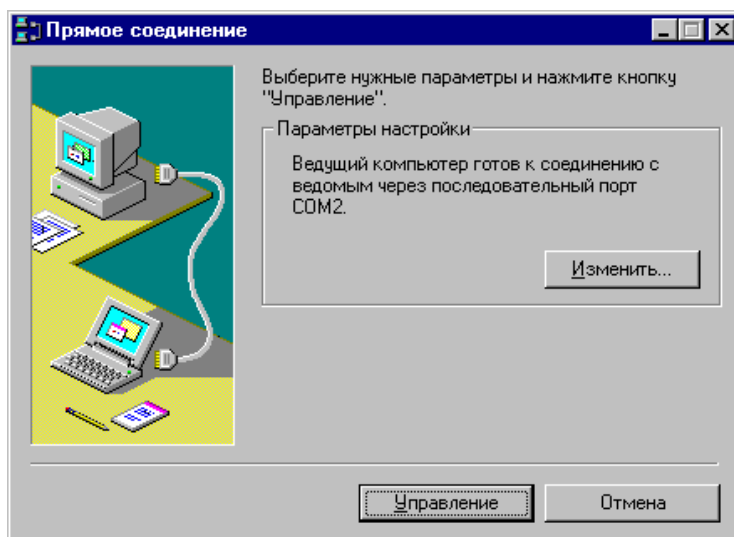


Рис. 8.8. Окно настройки параметров соединения (ведущий компьютер)

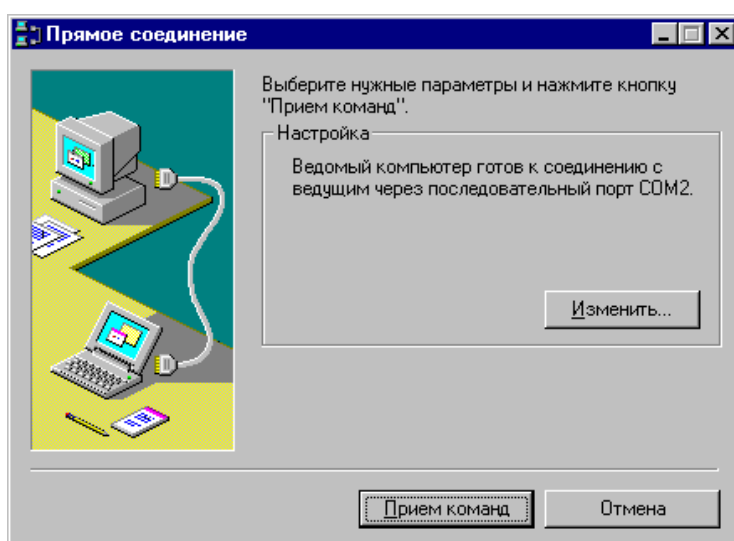


Рис. 8.9. Окно настройки параметров соединения (ведомый компьютер)

В процессе установления связи на экраны мониторов обоих соединяемых компьютеров выводятся соответствующие сообщения (рис. 8.10, 8.11). В это время процесс установления связи можно прервать с помощью командной кнопки "Заккрыть". Если же во время установления соединения произойдет какая-либо ошибка, то на экран монитора будет выведено сообщение о невозможности установления соединения.

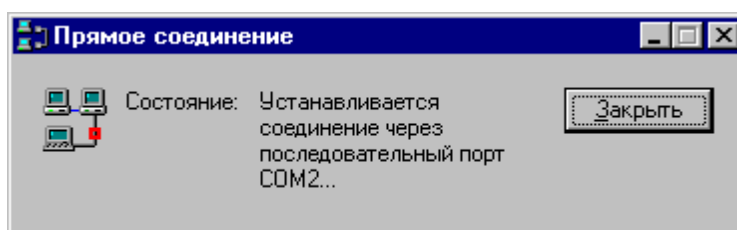


Рис. 8.10. Окно процесса установления соединения (ведущий компьютер)

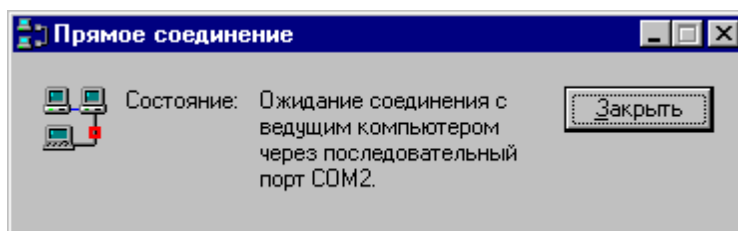


Рис. 8.11. Окно процесса установления соединения (ведомый компьютер)

Ведомый компьютер может быть защищен паролем с целью ограничения доступа к своим ресурсам. Ввод пароля можно выполнить с помощью соответствующего диалогового окна, включив переключатель "Установить защиту" (рис. 8.12). При этом ввод символов пароля осуществляется дважды (рис. 8.13). При этом вместо символов пароля на экране будут отображаться символы звездочки (\*).

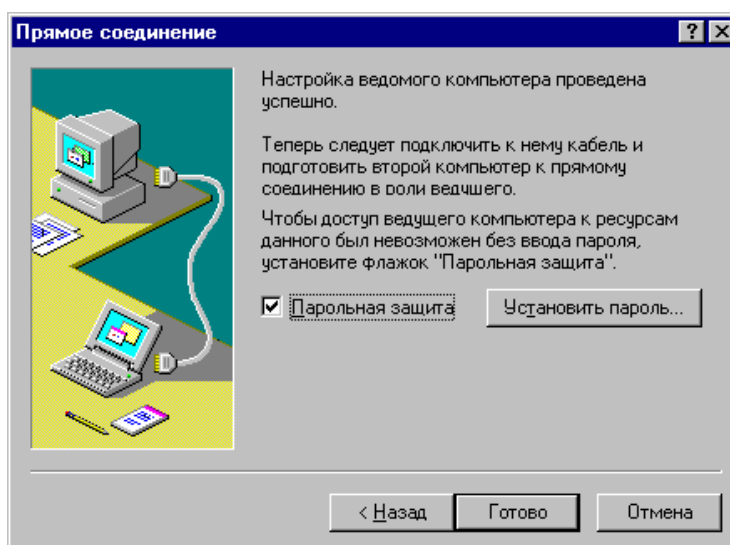


Рис. 8.12. Окно выбора парольной защиты ведомого компьютера

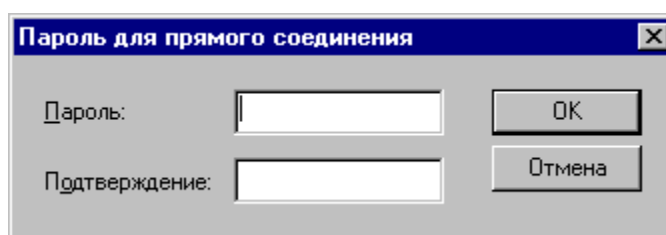


Рис. 8.13. Окно ввода пароля для прямого соединения

Установить пароль на доступ к ресурсам компьютера можно также заранее. Для этого следует выполнить цепочку команд "Пуск–Настройка–Панель управления" и из папки "Панель управления" выбрать объект "Пароли".

В процессе соединения ведущего компьютера с ведомым осуществляется поиск системного или сетевого имени и пароля ведомого компьютера (рис. 8.14), а также поиск общих ресурсов (рис. 8.15). Если системное имя и пароль на ведомом компьютере существуют, то на экране ведущего компьютера появятся соответствующие диалоговые окна с предложением ввести имя и пароль ведомого компьютера (см. рис. 8.15). Системное (сетевое) имя компьютера – это не более 15 отличных от пробела символов.

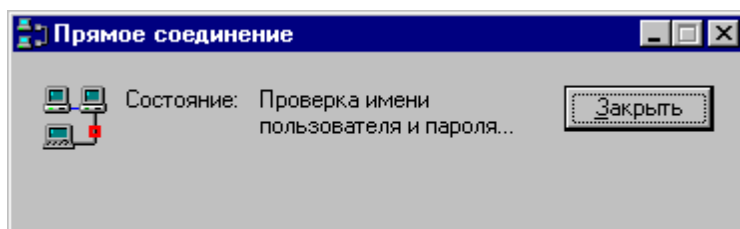


Рис. 8.14. Окно сообщения проверки системного имени и пароля ведомого компьютера

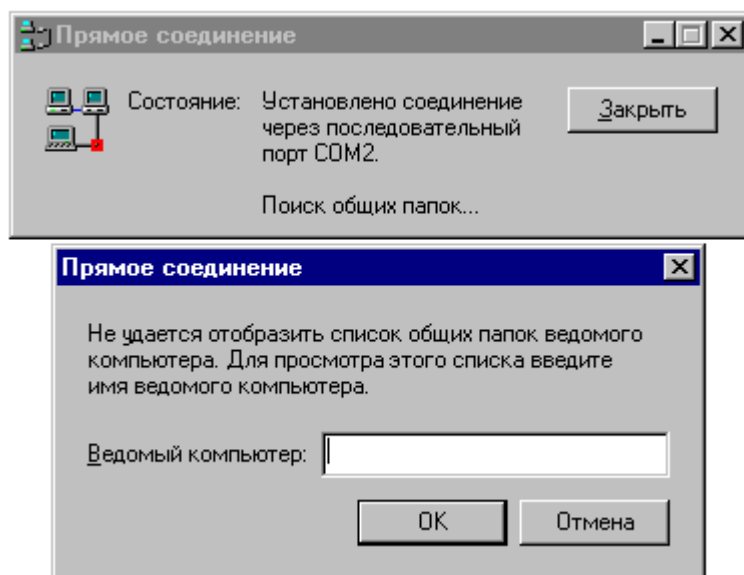


Рис. 8.15. Окно ввода системного имени ведомого компьютера

В рассматриваемом примере ведомому компьютеру ранее было присвоено системное имя "Crystal", а парольная защита его ресурсов отсутствовала.

После того как связь окончательно установлена, в диалоговом окне "Прямое соединение" на ведущем компьютере появится командная кнопка "Ведомый" (рис. 8.16, 8.17). После нажатия этой кнопки на экране появится окно с папками и принтерами ведомого компьютера, причем эти объекты будут иметь сетевые имена, принятые в операционной системе Windows (рис. 8.18). В рассматриваемом примере для ведущего компьютера будут доступны от ведомого компьютера три дисковых накопителя C:, D:, и E:, идентифицированные как c-drive, d-drive, e-drive соответственно, а также будет доступен матричный принтер с идентификатором ibm-24. Дисковые накопители ведомого компьютера при этом отображаются как папки с файлами.

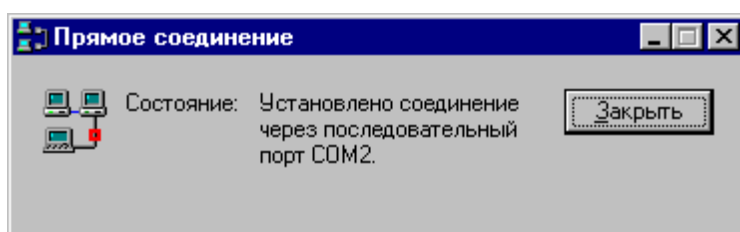


Рис. 8.16. Окно с сообщением об установлении соединениям (ведущий компьютер)

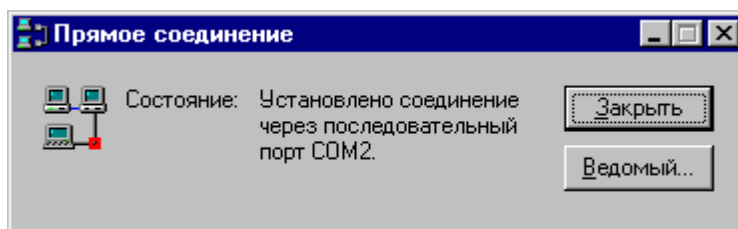


Рис. 8.17. Окно с сообщением об установлении соединения (ведомый компьютер)

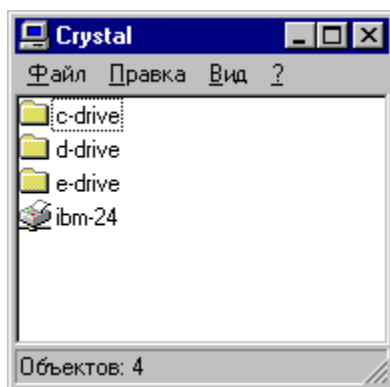


Рис. 8.18. Окно, отображающее ресурсы ведомого компьютера с системным именем "Crystal"

Чтобы на ведущем компьютере было удобнее работать с сетевыми папками, им можно присвоить дисковые идентификаторы (рис. 8.19, 8.20). Это может быть сделано с помощью команды "Подключить сетевой диск". После присвоения идентификаторов с сетевыми дисками и принтерами пользователь может работать так же, как и в "нормальной" локальной компьютерной сети. В рассматриваемом примере диску C: ведомого компьютера с именем "Crystal" на ведущем компьютере может быть присвоен идентификатор K: или другой подходящий идентификатор из диапазона от L: до Z:. Таким образом, сетевые накопители становятся локальными по отношению к ведущему компьютеру. Процедура присвоения идентификаторов может осуществляться в дальнейшем автоматически, если установить переключатель "Автоматически подключать при входе в систему".

Получить доступ к ресурсам ведомого компьютера пользователь ведущего компьютера может также с помощью папки "Сетевое окружение", ярлык которой обычно расположен на рабочем столе Windows.

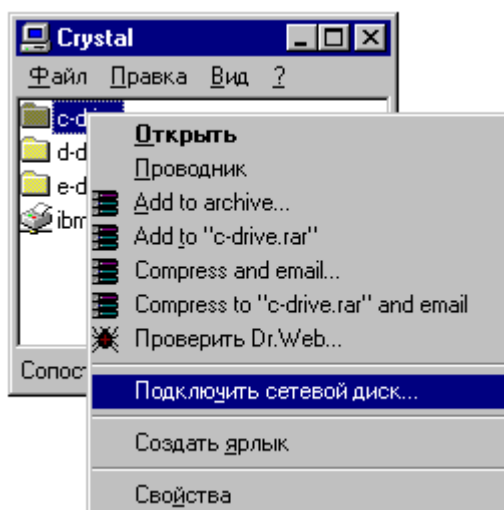


Рис. 8.19. Инициация подключения ресурсов ведомого компьютера как сетевых

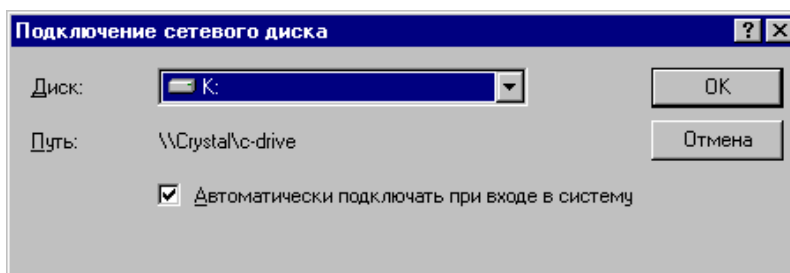


Рис. 8.20. Окно назначения идентификатора сетевому диску

## 2.5. Прямое кабельное соединение с помощью USB-кабеля

Для прямого кабельного соединения посредством интерфейса USB требуется специальный соединительный кабель и специальное программное обеспечение, содержащее драйвер порта USB и коммуникационную программу. Как уже ранее было отмечено, соединительный кабель имеет две вилки типа "A" на своих концах и встроенный преобразователь сигналов.

Рассмотрим работу прямого кабельного соединения типа USB-USB на примере специального программного обеспечения PC-Linq фирмы Prolific Technology Inc (<http://www.prolific.com.tw/>).

Прежде чем соединить кабелем компьютеры, необходимо выполнить на обоих соединяемых компьютерах установку программного обеспечения, которое обычно размещается на прилагаемом к кабелю компакт-диске (CD-ROM). Программы предназначены для работы в среде операционных систем Windows 95/98/Me/2000/XP. При этом операционная система Windows 95 поддерживает работу интерфейса USB только в версиях OSR2 и OSR2.1.

После установки программ на рабочем столе Windows появится иконка с наименованием PC\_Linq, а в разделе "Программы" главного меню операционной системы появится пункт PC\_Linq. После подключения соединительного кабеля к портам обоих компьютеров далее следует на этих компьютерах запустить программу PC\_Linq. На экране монитора появится главное окно программы (рис. 8.21).

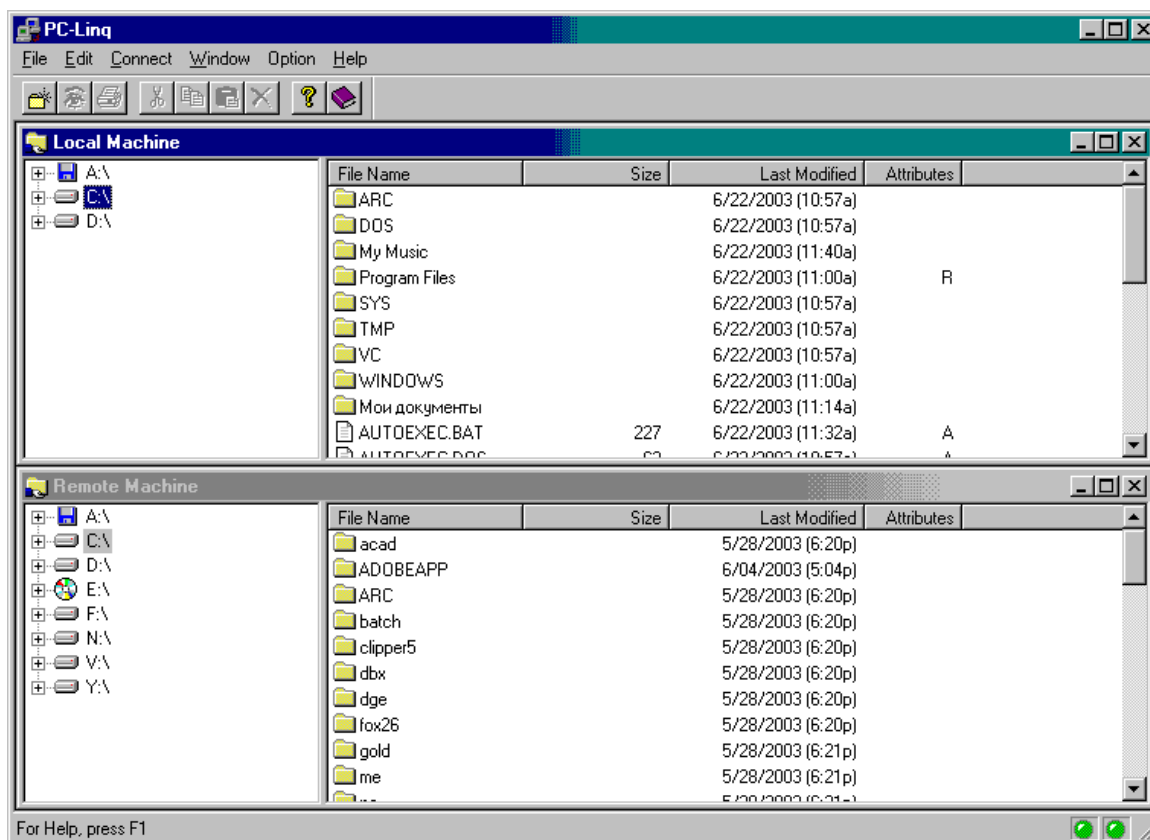


Рис. 8.21. Главное окно коммуникационной программы PC-Linq

Главное окно PC\_Linq в свою очередь содержит еще два вложенных окна: окно "Local Machine", в котором отображаются папки и файлы, принадлежащие данному компьютеру, и окно "Remote Machine", в котором отображаются каталоги (папки) и файлы, относящиеся к противоположному компьютеру. На другом компьютере содержание окон "Local Machine" и "Remote Machine" является противоположным по отношению к первому компьютеру. Таким образом, окно PC\_Linq является оболочкой, предназначенной для запуска программ и манипулирования файлами и каталогами, причем технология работы с программой PC\_Linq похожа на работу с "Проводником" операционной системы Windows. При этом пользователь имеет возможность "перетаскивания" значков папок и файлов из одного окна PC\_Linq в другое с помощью курсора "мышь".

В нижней части окна PC\_Linq имеются два индикатора, напоминающие огни светофора. Зеленый цвет обоих индикаторов свидетельствует об установлении двусторонней связи между компьютерами, красный цвет одного или обоих индикаторов показывает, что связь между компьютерами отсутствует.

Настройка работы программы PC\_Linq осуществляется с помощью выбора пунктов "Option-Settings" из главного меню программы (рис. 8.22).



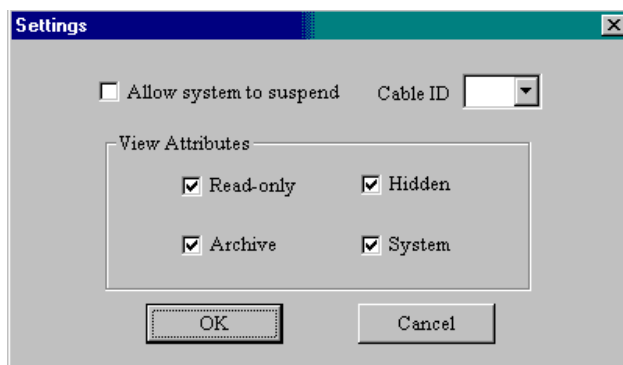


Рис. 8.22. Окно настройки программы PC\_Linq

Четыре переключателя "Read-only", "Archive", "Hidden" и "System" с общим наименованием "View Attributes" управляют отображением файлов и папок с соответствующими атрибутами в окнах программы PC\_Linq. С помощью меню "Cable ID" возможно выбрать соединительный кабель по его номеру в случае подключения к компьютеру типа Local двух и более компьютеров типа Remote (возможности интерфейса USB и программы PC\_Linq позволяют это сделать). Переключатель "Allow system to suspend" позволяет разрешить или запретить переход компьютера в "спящий" режим в процессе работы кабельного соединения.

### 3. ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Четное количество (два, четыре, шесть и т.д.) лабораторных IBM PC/AT-совместимых персональных компьютеров, соединительные кабели последовательного интерфейса (типа COM–COM), параллельного интерфейса (типа LPT–LPT), специальный соединительный кабель USB-USB, операционная система Windows 95/98/Me (или MS-DOS версии 6.xx), операционная оболочка типа Norton Commander, поддерживающая прямое кабельное соединение, программа PC-Linq, набор монтажного инструмента. Каждый компьютер должен быть оснащен накопителем на гибком магнитном диске, приводом CD-ROM, свободным USB-портом.

### 4. ЗАДАНИЕ НА РАБОТУ

Задание на лабораторную работу состоит в организации прямого кабельного соединения двух лабораторных компьютеров. Задание выдается на бригаду студентов (2 человека), которой выделяется два компьютера, соединительный кабель определенного типа и коммуникационная программа. Задание содержит следующие основные исходные данные:

- 1) тип соединительного кабеля (последовательный, параллельный, USB);
- 2) тип используемой операционной системы (MS-DOS, Windows);
- 3) вид применяемой коммуникационной программы (например, Norton Commander, INTERLNK, прямое кабельное соединение Windows или специальная программа PC-Linq).

### 5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с теоретическими положениями лабораторной работы, изучить способы прямого соединения двух компьютеров и функциональные возможности изучаемых программных средств межмашинной связи, ответить на контрольные вопросы, получить у преподавателя индивидуальное задание.

2. Убедиться, что оба соединяемых компьютера выключены. Определить расположение коммуникационных портов у обоих компьютеров. Соединить последовательный или параллельный коммуникационный порты компьютеров соответствующим кабелем.

3. Включить оба соединенных компьютера. После окончания загрузки на каждом компьютере операционной системы убедиться, что на обоих компьютерах присутствуют необходимые коммуникационные программы.

4. Запустить заданную коммуникационную программу (например, Norton Commander или "Прямое кабельное соединение") на ведомом компьютере и произвести настройку соединения.

5. Запустить заданную коммуникационную программу (например, Norton Commander или "Прямое кабельное соединение") на ведущем компьютере и произвести настройку соединения.

6. После установки соединения просмотреть список ресурсов (дисковых накопителей) ведомого компьютера, к которым возможен доступ с ведущего компьютера.

7. В случае невозможности установления связи следует повторить попытку соединения. При этом следует проверить правильность подключения соединительного кабеля к обоим компьютерам. Если и после повторной попытки связь установить не удалось, обратиться за помощью к преподавателю.

8. Выполнить копирование группы файлов или каталогов с одного компьютера на другой. Убедиться, что операция копирования завершилась успешно. Определите время копирования файлов.

9. После выполнения работ завершить сеанс прямого кабельного соединения.

10. Выключить оба компьютера и отсоединить кабель от обоих компьютеров.

Если компьютеры соединяются с помощью кабеля USB-USB, то отключение компьютеров при подключении такого кабеля не обязательно.

Отчет по лабораторной работе выполняется на листах писчей бумаги формата А4. По согласованию с преподавателем отчет может быть оформлен в ученической тетради. Страницы отчета должны быть пронумерованы. Отчет должен содержать:

- титульный лист, выполненный по общепринятому образцу;
- текст задания на работу;
- техническое описание изучаемых коммуникационных средств и программ, включая схемы и рисунки, поясняющие процесс установления информационной связи между компьютерами;
- выводы о функциональных возможностях и результатов работы исследуемого прямого кабельного соединения и коммуникационных программ;
- библиографического списка, выполненного по ГОСТ 7.1-84.

Для более полного ознакомления с функциональными возможностями изучаемых сервисных программ следует воспользоваться источниками из списка рекомендуемой литературы.

## 6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. С какой целью организуется прямое кабельное соединение компьютеров?
2. Какие аппаратные средства необходимы для непосредственного соединения двух компьютеров?
3. Какие интерфейсы ПК могут быть задействованы для создания прямого кабельного соединения?
4. Может ли пользователь ПК самостоятельно изготовить кабель для прямого соединения компьютеров?
5. Какое максимальное расстояние может быть между двумя соединяемыми компьютерами при использовании различных способов соединения?
6. Какое программное обеспечение требуется для управления прямым кабельным соединением двух компьютеров?
7. Какой вид прямого соединения компьютеров характеризуется наибольшей скоростью передачи информации?

8. Какие функции выполняет ведущий компьютер в прямом кабельном соединении?
9. Какие функции выполняет ведомый компьютер в прямом кабельном соединении?
10. Какие аппаратные ресурсы могут совместно использоваться компьютерами в процессе прямого кабельного соединения?
11. Какие программные ресурсы могут совместно использоваться компьютерами в процессе прямого кабельного соединения?
12. Какие преимущества по сравнению с другими программными средствами предоставляют операционные системы семейства Windows 95/98/Me при организации прямого кабельного соединения компьютеров?
13. Каким образом может осуществляться защита информационных ресурсов ведомого компьютера при прямом кабельном соединении?
14. Можно ли считать прямое кабельное соединение частным случаем локальной компьютерной сети?
15. Какие меры предосторожности следует соблюдать при организации прямого кабельного соединения двух компьютеров?
16. Какой способ прямого соединения компьютеров позволяет подключать и отключать соединительный кабель непосредственно во время работы компьютеров?
17. Возможно ли прямое соединение двух компьютеров без помощи кабеля?
18. Позволяет ли технология прямого кабельного соединения подключить к локальной сети компьютер, не оснащенного сетевым адаптером?

## 7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ахметов К.С. Windows 95 для всех: 2-е изд. – М.: Компьютер Пресс, 1996. – 318 с.
2. Богумирский Б.С. MS-DOS 6.2/6.22: Новые возможности для пользователя – СПб: Питер, 1995. – 464 с.
3. Богумирский Б.С. Энциклопедия Windows 98 (второе издание). – СПб.: Питер Ком, 2000. – 896 с.
4. Богумирский Б., Гинзбург А., Солоницын Ю. Энциклопедия Windows Millennium Edition. – СПб: Питер, 2001. – 768 с.
5. Гук М. Аппаратные интерфейсы ПК. Энциклопедия. – СПб: Питер, 2002. – 528 с.
6. Козловский Е.А. Norton Commander 4.0. – М.: ABF, 1993. – 144 с.
7. Фигурнов В.Э. IBM PC для пользователя: Краткий курс: Изд. 7-е. – М.: ИНФРА-М, 1997. – 480 с.
8. Финогенов К.Г., Черных В.И. MS DOS 6. – М.: ABF, 1993. – 448 с.
9. Norton Commander: Версия 3.0: Для пользователей IBM-совместимых компьютеров. – М.: ИВК-Софт, 1991. – 37 с.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 14

**КОМАНДНЫЙ ЯЗЫК ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ**

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Изучение принципов лингвистической и функциональной организации языка управления операционной системой ЭВМ и с целью приобретения навыков администрирования персональных вычислительных систем.

## 2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

## 2.1. Командный язык операционной системы ЭВМ

Операционные системы семейства Windows NT – Windows 2000, Windows XP, Windows Vista, Windows 7 и их серверные варианты Windows 2003 Windows 2008 не поддерживают операционную систему MS-DOS. Однако во всех перечисленных системах сохранена возможность эмуляции команд MS-DOS. Многие начинающие пользователи и администраторы операционной системы (ОС) Windows, которым не приходилось ранее работать с операционной системой MS-DOS или аналогичной (PC-DOS, DR-DOS, Novell DOS, FreeDOS и др.) часто просто не подозревают о тех удобствах в повседневной работе, которые могут предоставить стандартные команды управления операционной системы. Многие рутинные ежедневные задачи (копирование или архивирование файлов, подключение или отключение сетевых ресурсов и т.п.), которые обычно выполняются с помощью графического интерфейса Windows, можно полностью выполнить с помощью команд управления и автоматизировать путем создания командного файла, содержащего сценарий управления операционной системой.

В настоящее время пренебрежение командной строкой операционной системы наиболее ярко проявляется у молодых пользователей при работе с операционными системами семейства Windows NT/2000/XP/Vista/7. В настоящее время многие пользователи задаются вопросом: зачем разработчики сохранили возможность работы с командной строкой в операционных системах, имеющих развитый графический интерфейс? Не все пользователи, к сожалению, знают, что командный язык этих ОС обеспечивает намного более богатые возможности управления вычислительной системой по сравнению с прежними операционными системами MS-DOS и Windows 9x/Me. В некоторых случаях командная строка позволяет выполнять операции, осуществить которые невозможно никакими иными способами.

Ядро операционных систем Windows NT/2000/XP/Vista/7, в отличие от систем Windows 9x/Me, уже никак не опирается на систему MS-DOS, в его основе лежат другие структурно-функциональные принципы. Однако в Windows NT/2000/XP/Vista/7 по-прежнему встроена виртуальная машина MS-DOS VDM – Virtual DOS Machine, которая предоставляет режим командной строки для ввода идентификаторов команд, программ, командных файлов и их исполнения.

В операционных системах Windows команды управления, вводимые пользователем с клавиатуры, исполняются с помощью специальной программы, называемой *интерпретатором команд* или *командным процессором*. Фактически в составе Windows NT/2000/XP/Vista/7 имеются два командных интерпретатора. Это обычный интерпретатор команд MS-DOS, представленный файлом `COMMAND.COM`. Он присутствует в этих ОС только для совместимости с программным обеспечением, разработанным для MS-DOS. Но основную обработку так называемых *консольных команд*, вводимых пользователем из командной строки операционной системы Windows NT/2000/XP/Vista/7, а также выполнение командных файлов осуществляет другой интерпретатор команд – `CMD.EXE`.

Командный процессор `CMD.EXE` поддерживает работу с несколькими новыми командами и имеет возможность включать или выключать режим расширенной обработки командных файлов (сценариев). Оба командных интерпретатора расположены в системном каталоге `%SystemRoot%\SYSTEM32`.

Во время работы операционной системы интерпретатор команд постоянно (резидентно) находится в оперативной памяти компьютера, воспринимает команды, вводимые пользователем, и обрабатывает их. Только небольшая часть команд управления операционной системой распознается и выполняется непосредственно самим интерпретатором команд – такие команды называются *внутренними* или *резидентными*. Другие команды операционной системы реализуются с помощью отдельных программных файлов формата COM или EXE, расположенных на жестком диске, которые интерпретатор команд инициирует на исполнение аналогично другим программам. Такие команды называются *внешними* или *транзитными*.

Внутренними командами являются, например: `CLS`, `CHDIR`, `COPY`, `DATE`, `DELETE`, `DIR`, `MOVE`, `MKDIR`, `RMDIR`, `RENAME`, `TIME`, `TYPE`, `VER`, `VOL`. К внешним командам относятся `ATTRIB`, `CHKDSK`, `DEFRAG`, `DISKCOPY`, `DISKCOMP`, `FC`, `FIND`, `FORMAT`, `LABEL`, `MEM`, `MODE`, `NET`, `SCANDISK`, `SORT`, `XCOPY` и многие другие.

Активировать командный интерпретатор можно несколькими способами:

1) с помощью пункта "Выполнить" после нажатия командной кнопки "Пуск" ("Start") в окне Windows, в окне которого ввести команду `CMD`;

2) после нажатия командной кнопки "Пуск" ("Start") выбрать пункт меню "Стандартные" ("Accessories"), а далее выбрать из списка пункт "Командная строка" ("Command Prompt");

3) при использовании какой-либо операционной оболочки типа Norton Commander FAR Manager команды управления операционной системой можно вводить непосредственно в командной строке этой оболочки.

После запуска программы `CMD.EXE` активируется новое программное окно, в котором можно воспользоваться командной строкой и запускать командные файлы (рис. 3.1). Для окончания работы текущей версии командного интерпретатора используется команда `EXIT`.

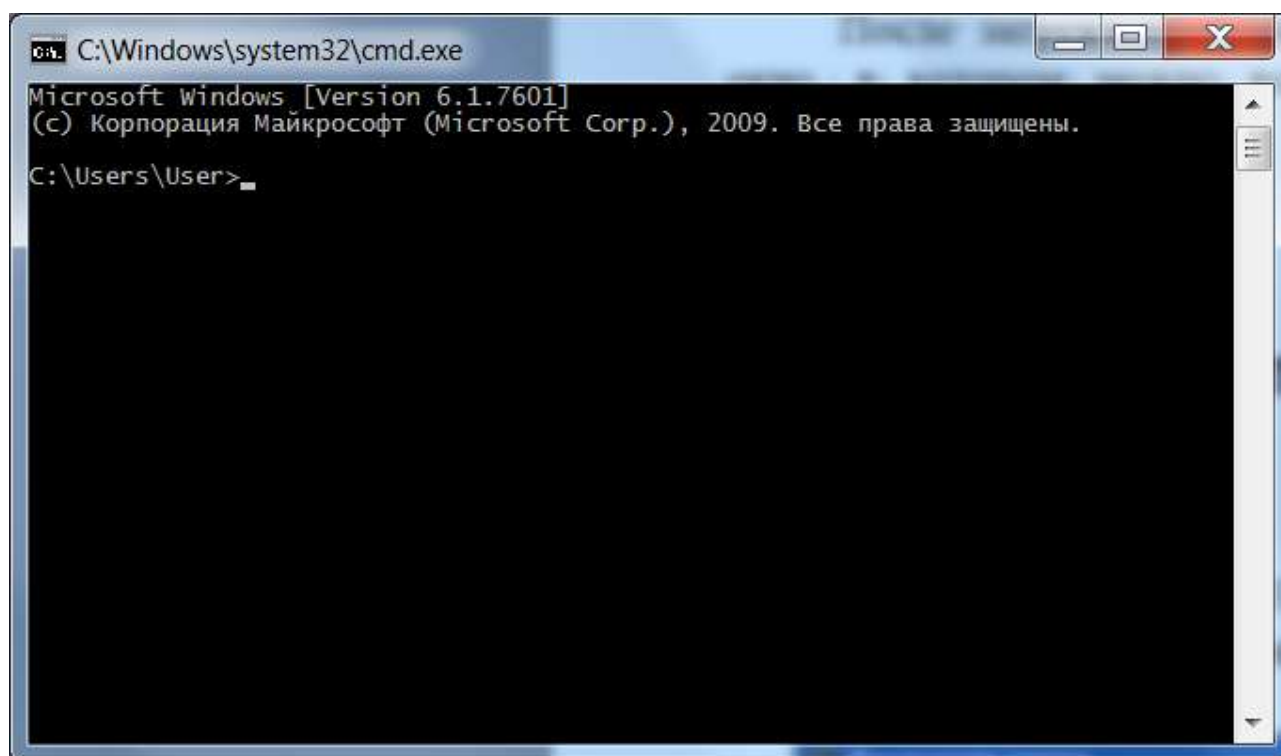


Рис. 1. Командное окно в Windows 7

Для вывода на дисплей списка всех консольных команд операционных систем Windows следует воспользоваться командой `HELP`. Для получения более подробных сведений по каждой команде следует ввести команду с аргументом `/?`, например:

```
DIR /?
```

Рассмотрим структуру самой командной строки и принцип работы с ней. Для того, чтобы выполнить команду, вы после приглашения командной строки (например, `C:\>`) вводите имя этой команды (регистр не важен), ее параметры и ключи (если они необходимы) и нажимаете клавишу `<Enter>`. Например:

```
C:\>COPY C:\myfile.txt A:\ /V
```

Имя команды здесь — `COPY`, параметры — `C:\myfile.txt` и `A:\`, а ключом является `/V`. Отметим, что в некоторых командах ключи могут начинаться не с символа `/`, а с символа `-` (минус), например, `-V`.

Многие команды Windows имеют большое количество дополнительных параметров и ключей, запомнить которые зачастую бывает трудно. Большинство команд снабжено встроенной справкой, в которой кратко описываются назначение и синтаксис данной команды. Получить доступ к такой справке можно путем ввода команды с ключом `/?`. Например, если выполнить команду `ATTRIB /?`, то в окне MS-DOS мы увидим следующий текст:

```
Отображение и изменение атрибутов файлов.
ATTRIB [+R|-R] [+A|-A] [+S|-S] [+H|-H] [[диск:] [путь] имя_файла]
        [/S]
+   Установка атрибута.
-   Снятие атрибута.
R   Атрибут "Только чтение".
```

```

А    Атрибут "Архивный".
S    Атрибут "Системный".
Н    Атрибут "Скрытый".
/S   Обработка файлов во всех вложенных папках указанного пути.

```

Для некоторых команд текст встроенной справки может быть довольно большим и не умещаться на одном экране. В этом случае помощь можно выводить последовательно по одному экрану с помощью команды MORE и символа конвейеризации |, например:

```
XCOPY /? | MORE
```

В этом случае после заполнения очередного экрана вывод помощи будет прерываться до нажатия любой клавиши. Кроме того, используя символы перенаправления вывода > и >>, можно текст, выводимый на экран, направить в текстовый файл для дальнейшего просмотра. Например, для вывода текста справки к команде XCOPY в текстовый файл xcopy.txt, используется следующая команда:

```
XCOPY /? > XCOPY.TXT
```

Вместо имени файла можно указывать обозначения устройств компьютера. В Windows поддерживаются следующие имена устройств: PRN (принтер), LPT1–LPT3 (соответствующие параллельные порты), AUX (устройство, присоединяемое к последовательному порту 1), COM1–COM3 (соответствующие последовательные порты), CON (терминал: при вводе это клавиатура, при выводе - монитор), NUL (пустое устройство, все операции ввода/вывода для него игнорируются).

## 2.2. Перенаправление ввода-вывода

### *Перенаправление стандартных ввода-вывода и ошибок*

С помощью переназначения устройств ввода/вывода одна программа может направить свой вывод на вход другой или перехватить вывод другой программы, используя его в качестве своих входных данных. Таким образом, имеется возможность передавать информацию от процесса к процессу при минимальных программных издержках. Практически это означает, что для программ, которые используют стандартные входные и выходные устройства, операционная система позволяет:

- выводить сообщения программ не на экран (стандартный выходной поток), а в файл или на принтер (перенаправление вывода);
- читать входные данные не с клавиатуры (стандартный входной поток), а из заранее подготовленного файла (перенаправление ввода);
- передавать сообщения, выводимые одной программой, в качестве входных данных для другой программы (конвейеризация или композиция команд).

Из командной строки эти возможности реализуются следующим образом. Для того, чтобы перенаправить текстовые сообщения, выводимые какой-либо командой, в текстовый файл, нужно использовать конструкцию

```
команда > имя_файла
```

Если при этом заданный для вывода файл уже существовал, то он перезаписывается (старое содержимое теряется), если не существовал создается. Можно также не создавать файл заново, а дописывать информацию, выводимую командой, в конец существующего файла. Для этого команда перенаправления вывода должна быть задана так:

```
команда >> имя_файла
```

С помощью символа < можно прочитать входные данные для заданной команды не с клавиатуры, а из определенного (заранее подготовленного) файла:

```
команда < имя_файла
```

### *Примеры перенаправления ввода/вывода в командной строке*

Приведем несколько примеров перенаправления ввода/вывода.

1. Вывод результатов команды ping в файл

```
ping ya.ru > ping.txt
```

2. Добавление текста справки для команды XCOPY в файл copy.txt:

```
XCOPY /? >> copy.txt
```

В случае необходимости сообщения об ошибках (стандартный поток ошибок) можно перенаправить в текстовый файл с помощью конструкции

```
команда 2> имя_файла
```

В этом случае стандартный вывод будет производиться на экран. Также имеется возможность информационные сообщения и сообщения об ошибках выводить в один и тот же файл. Делается это следующим образом:

```
команда > имя_файла 2>&1
```

Например, в приведенной ниже команде стандартный выходной поток и стандартный поток ошибок перенаправляются в файл copy.txt:

```
XCOPY A:\1.txt C: > copy.txt 2>&1
```

Наконец, с помощью конструкции

```
команда1 | команда2
```

можно использовать сообщения, выводимые первой командой, в качестве входных данных для второй команды (конвейер команд).

Используя механизмы перенаправления ввода/вывода и конвейеризации, можно из командной строки посылать информацию на различные устройства и автоматизировать ответы на запросы, выдаваемые командами или программами, использующими стандартный ввод. Для решения таких задач подходит команда

```
ECHO [сообщение]
```

Например, Удаление всех файлов в текущем каталоге без предупреждения (автоматический положительный ответ на запрос об удалении):

```
ECHO y | DEL *.*
```



Одной из наиболее часто используемых команд, для работы с которой применяется перенаправление ввода/вывода и конвейеризация, является MORE. Эта команда считывает стандартный ввод из конвейера или перенаправленного файла и выводит информацию частями, размер каждой из которых не больше размера экрана. Используется MORE обычно для просмотра длинных файлов. Возможны три варианта синтаксиса этой команды:

```
MORE [диск:] [путь] имя_файла
MORE < [диск:] [путь] имя_файла
      имя_команды | MORE
```

Параметр [диск:][путь]имя\_файла определяет расположение и имя файла с просматриваемыми на экране данными. Параметр имя\_команды задает команду, вывод которой отображается на экране (например, DIR или команда TYPE, используемая для вывода содержимого текстового файла на экран). Приведем два примера.

Для поэкранного просмотра помощи команды DIR используется команда:

```
DIR /? | MORE
```

Для поэкранного просмотра текстового файла news.txt возможны следующие варианты команд:

```
MORE news.txt
MORE < news.txt
TYPE news.txt | MORE
```

Другой распространенной командой, использующей перенаправление ввода/вывода и конвейеризацию, является SORT. Эта команда работает как фильтр: она считывает символы в заданном столбце, упорядочивает их в возрастающем или убывающем порядке и выводит отсортированную информацию в файл, на экран или другое устройство. Возможны два варианта синтаксиса этой команды:

```
SORT [/R] [/+n] [[диск1:] [путь1] файл1] [>
      [диск2:] [путь2] файл2]
```

или

```
[команда ] | SORT [/R] [/+n] [> [диск2:] [путь2] файл2]
```

В первом случае параметр [диск1:] [путь1] файл1 определяет имя файла, который нужно отсортировать. Во втором случае будут отсортированы выходные данные указанной команды. Если параметры файл1 или команда не заданы, то SORT будет считывать данные с устройства стандартного ввода.

Параметр [диск2:] [путь2] файл2 задает файл, в который будет направляться сортированный вывод; если этот параметр не задан, то вывод будет направлен на устройство стандартного вывода.

По умолчанию сортировка выполняется в порядке возрастания. Ключ /R позволяет изменить порядок сортировки на обратный (от Z к A и затем от 9 до 0). Например, для поэкранного просмотра отсортированного в обратном порядке файла price.txt, нужно задать следующую команду:

```
SORT /R < price.txt | MORE
```

Ключ `/+n` задает сортировку в файле по символам `n`-го столбца. Например, `/+10` означает, что сортировка должна осуществляться, начиная с 10-й позиции в каждой строке. По умолчанию файл сортируется по первому столбцу.

### 2.3. Условное выполнение и группировка команд

В командной строке Windows NT/2000/XP можно использовать специальные символы, которые позволяют вводить несколько команд одновременно и управлять работой команд в зависимости от результатов их выполнения. С помощью таких символов условной обработки можно содержание небольшого пакетного файла записать в одной строке и выполнить полученную составную команду.

Используя символ амперсанда `&`, можно разделить несколько утилит в одной командной строке, при этом они будут выполняться друг за другом. Например, если набрать команду `DIR & PAUSE & COPY /?` и нажать клавишу `<Enter>`, то вначале на экран будет выведено содержимое текущего каталога, а после нажатия любой клавиши — встроенная справка команды `COPY`.

Символ `^` позволяет использовать командные символы как текст, то есть при этом происходит игнорирование значения специальных символов. Например, если ввести в командной строке

```
ECHO Абв & COPY /?
```

и нажать клавишу `<Enter>`, то произойдет выполнение подряд двух команд: `ECHO Абв` и `COPY /?` (команда `ECHO` выводит на экран символы, указанные в командной строке после нее). Если же выполнить команду

```
ECHO Абв ^& COPY /?
```

то на экран будет выведено

```
Абв & COPY /?
```

В этом случае просто выполняется одна команда `ECHO` с соответствующими параметрами.

Условная обработка команд в Windows осуществляется с помощью символов `&&` и `||` следующим образом. Двойной амперсанд `&&` запускает команду, стоящую за ним в командной строке, только в том случае, если команда, стоящая перед амперсандами была выполнена успешно. Например, если в корневом каталоге диска `C:` есть файл `plan.txt`, то выполнение строки `TYPE C:\plan.txt && DIR` приведет к выводу на экран этого файла и содержимого текущего каталога. Если же файл `C:\plan.txt` не существует, то команда `DIR` выполняться не будет.

Два символа `||` осуществляют в командной строке обратное действие, т.е. запускают команду, стоящую за этими символами, только в том случае, если команда, идущая перед ними, не была успешно выполнена. Таким образом, если в предыдущем примере файл `C:\plan.txt` будет отсутствовать, то в результате выполнения строки `TYPE C:\plan.txt || DIR` на экран выведется содержимое текущего каталога.

Отметим, что условная обработка действует только на ближайшую команду, то есть в строке

```
TYPE C:\plan.txt && DIR & COPY /?
```

команда `COPY /?` запустится в любом случае, независимо от результата выполнения команды `TYPE C:\plan.txt`.

Несколько утилит можно сгруппировать в командной строке с помощью скобок. Рассмотрим, например, две строки:

```
TYPE C:\plan.txt && DIR & COPY /?
TYPE C:\plan.txt && (DIR & COPY /?)
```

В первой из них символ условной обработки `&&` действует только на команду `DIR`, во второй — одновременно на две команды: `DIR` и `COPY`.

## 2.4. Примеры команд для работы с файловой системой

Рассмотрим некоторые наиболее часто используемые команды для работы с файловой системой. Отметим сначала несколько особенностей определения путей к файлам в Windows.

Напомним, что файловая система логически имеет древовидную структуру и имена файлов задаются в формате [диск:][путь\]имя\_файла, то есть обязательным параметром является только имя файла. При этом, если путь начинается с символа "\", то маршрут вычисляется от корневого каталога, иначе — от текущего каталога. Например, имя `C:123.txt` задает файл `123.txt` в текущем каталоге на диске `C:`, имя `C:\123.txt` — файл `123.txt` в корневом каталоге на диске `C:`, имя `ABC\123.txt` — файл `123.txt` в подкаталоге `ABC` текущего каталога.

Существуют особые обозначения для текущего каталога и родительского каталогов. Текущий каталог обозначается символом `.` (точка), его родительский каталог — символами `..` (две точки). Например, если текущим каталогом является `C:\WINDOWS`, то путь к файлу `autoexec.bat` в корневом каталоге диска `C:` может быть записан в виде `..\autoexec.bat`.

В именах файлов (но не дисков или каталогов) можно применять так называемые групповые символы или шаблоны: `?` (вопросительный знак) и `*` (звездочка). Символ `*` в имени файла означает произвольное количество любых допустимых символов, символ `?` — один произвольный символ или его отсутствие. Скажем, под шаблон `text???1.txt` подходят, например, имена `text121.txt` и `text911.txt`, под шаблон `text*.txt` — имена `text.txt`, `textab12.txt`, а под шаблон `text.*` — все файлы с именем `text` и произвольным расширением.

Для того, чтобы использовать длинные имена файлов при работе с командной строкой, их нужно заключать в двойные кавычки. Например, чтобы запустить файл с именем 'Мое приложение.exe' из каталога 'Мои документы', нужно в командной строке набрать "`C:\Мои документы\Мое приложение.exe`" и нажать клавишу `<Enter>`.

Перейдем теперь непосредственно к командам для работы с файловой системой.

### Команда CD

Текущий каталог можно изменить с помощью команды

```
CD [диск:] [путь\]
```

Путь к требуемому каталогу указывается с учетом приведенных выше замечаний. Например, команда `CD \` выполняет переход в корневой каталог текущего диска. Если запустить команду `CD` без параметров, то на экран будут выведены имена текущего диска и каталога.

### Команда COPY

Одной из наиболее часто повторяющихся задач при работе на компьютере является копирование и перемещение файлов из одного места в другое. Для копирования одного или нескольких файлов используется команда `COPY`.

Синтаксис этой команды:

```
COPY [/A|/B] источник [/A|/B] [+ источник [/A|/B] [+ ...]]
      [результат [/A|/B]] [/V] [/Y|/Y]
```

источник	Имя копируемого файла или файлов
/A	Файл является текстовым файлом ASCII, то есть конец файла обозначается символом с кодом ASCII 26 (<Ctrl>+<Z>)
/B	Файл является двоичным. Этот ключ указывает на то, что интерпретатор команд должен при копировании считывать из источника число байт, заданное размером в каталоге копируемого файла
результат	Каталог для размещения результата копирования и/или имя создаваемого файла
/V	Проверка правильности копирования путем сравнения файлов после копирования
/Y	Отключение режима запроса подтверждения на замену файлов
/-Y	Включение режима запроса подтверждения на замену файлов

Приведем примеры использования команды COPY.

Копирование файла abc.txt из текущего каталога в каталог D:\PROGRAM под тем же именем:

```
COPY abc.txt D:\PROGRAM
```

Копирование файла abc.txt из текущего каталога в каталог D:\PROGRAM под новым именем def.txt:

```
COPY abc.txt D:\PROGRAM\def.txt
```

Копирование всех файлов с расширением txt с диска A: в каталог 'Мои документы' на диске C:

```
COPY A:\*.txt "C:\Мои документы"
```

Если не задать в команде целевой файл, то команда COPY создаст копию файла-источника с тем же именем, датой и временем создания, что и исходный файл, и поместит новую копию в текущий каталог на текущем диске. Например, для того, чтобы скопировать все файлы из корневого каталога диска A: в текущий каталог, достаточно выполнить такую краткую команду:

```
COPY A:\*.*
```

В качестве источника или результата при копировании можно указывать имена не только файлов, но и устройств компьютера. Например, для того, чтобы распечатать файл abc.txt на принтере, можно воспользоваться командой копирования этого файла на устройство PRN: COPY abc.txt PRN

Другой интересный пример: создадим новый текстовый файл и запишем в него информацию, без использования текстового редактора. Для этого достаточно ввести команду COPY CON my.txt, которая будет копировать то, что вы набираете на клавиатуре, в файл my.txt (если этот файл существовал, то он перезапишется, иначе — создастся). Для завершения ввода необходимо ввести символ конца файла, то есть нажать клавиши <Ctrl>+<Z>.

Команда COPY может также объединять (склеивать) несколько файлов в один. Для этого необходимо указать единственный результирующий файл и несколько исходных. Это достигается путем использования групповых знаков (?) и (\*) или формата файл1 + файл2 + файл3. Например, для объединения файлов 1.txt и 2.txt в файл 3.txt можно задать следующую команду:

```
COPY 1.txt+2.txt 3.txt
```

Объединение всех файлов с расширением dat из текущего каталога в один файл all.dat может быть произведено так:

```
COPY /B *.dat all.dat
```

Ключ /B здесь используется для предотвращения усечения соединяемых файлов, так как при комбинировании файлов команда COPY по умолчанию считает файлы текстовыми.

Если имя целевого файла совпадает с именем одного из копируемых файлов (кроме первого), то исходное содержимое целевого файла теряется. Если имя целевого файла опущено, то в его качестве используется первый файл из списка. Например, команда COPY 1.txt+2.txt добавит к содержимому файла 1.txt содержимое файла 2.txt. Командой COPY можно воспользоваться и для присвоения какому-либо файлу текущей даты и времени без модификации его содержимого. Для этого нужно ввести команду типа

```
COPY /B 1.txt +, ,
```

Здесь запятые указывают на пропуск параметра приемника, что и приводит к требуемому результату.

Команда COPY имеет и свои недостатки. Например, с ее помощью нельзя копировать скрытые и системные файлы, файлы нулевой длины, файлы из подкаталогов. Кроме того, если при копировании группы файлов COPY встретит файл, который в данный момент нельзя скопировать (например, он занят другим приложением), то процесс копирования полностью прервется, и остальные файлы не будут скопированы.

### **Команда XCOPY**

Указанные при описании команды COPY проблемы можно решить с помощью команды XCOPY, которая предоставляет намного больше возможностей при копировании. Необходимо отметить, правда, что XCOPY может работать только с файлами и каталогами, но не с устройствами.

Синтаксис этой команды:

```
XCOPY источник [результат] [ключи]
```

Команда XCOPY имеет множество ключей, мы коснемся лишь некоторых из них. Ключ /D[:[дата]] позволяет копировать только файлы, измененные не ранее указанной даты. Если параметр дата не указан, то копирование будет производиться только если источник новее результата. Например, команда

```
XCOPY "C:\Мои документы\*.*" "D:\BACKUP\Мои документы" /D
```

скопирует в каталог 'D:\BACKUP\Мои документы' только те файлы из каталога 'C:\Мои документы', которые были изменены со времени последнего подобного копирования или которых вообще не было в 'D:\BACKUP\Мои документы'.

Ключ /S позволяет копировать все непустые подкаталоги в каталоге-источнике. С помощью же ключа /E можно копировать вообще все подкаталоги, включая и пустые.

Если указан ключ /C, то копирование будет продолжаться даже в случае возникновения ошибок. Это бывает очень полезным при операциях копирования, производимых над группами файлов, например, при резервном копировании данных.

Ключ /I важен для случая, когда копируются несколько файлов, а файл назначения отсутствует. При задании этого ключа команда ХСОРУ считает, что файл назначения должен быть каталогом. Например, если задать ключ /I в команде копирования всех файлов с расширением txt из текущего каталога в несуществующий еще подкаталог TEXT,

```
XCOPY *.txt TEXT /I
```

то подкаталог TEXT будет создан без дополнительных запросов.

Ключи /Q, /F и /L отвечают за режим отображения при копировании. При задании ключа /Q имена файлов при копировании не отображаются, ключа /F — отображаются полные пути источника и результата. Ключ /L обозначает, что отображаются только файлы, которые должны быть скопированы (при этом само копирование не производится).

С помощью ключа /H можно копировать скрытые и системные файлы, а с помощью ключа /R — заменять файлы с атрибутом "Только для чтения". Например, для копирования всех файлов из корневого каталога диска C: (включая системные и скрытые) в каталог SYS на диске D:, нужно ввести следующую команду:

```
XCOPY C:\*.* D:\SYS /H
```

Ключ /T позволяет применять ХСОРУ для копирования только структуры каталогов источника, без дублирования находящихся в этих каталогах файлов, причем пустые каталоги и подкаталоги не включаются. Для того, чтобы все же включить пустые каталоги и подкаталоги, нужно использовать комбинацию ключей /T /E.

Используя ХСОРУ можно при копировании обновлять только уже существующие файлы (новые файлы при этом не записываются). Для этого применяется ключ /U. Например, если в каталоге C:\2 находились файлы a.txt и b.txt, а в каталоге C:\1 — файлы a.txt, b.txt, c.txt и d.txt, то после выполнения команды

```
XCOPY C:\1 C:\2 /U
```

в каталоге C:\2 по-прежнему останутся лишь два файла a.txt и b.txt, содержимое которых будет заменено содержимым соответствующих файлов из каталога C:\1. Если с помощью ХСОРУ копировался файл с атрибутом "Только для чтения", то по умолчанию у файла-копии этот атрибут снимется. Для того, чтобы копировать не только данные, но и полностью атрибуты файла, необходимо использовать ключ /K.

Ключи /Y и /-Y определяют, нужно ли запрашивать подтверждение перед заменой файлов при копировании. /Y означает, что такой запрос нужен, /-Y — не нужен.

### Команда DIR

Еще одной очень полезной командой является DIR [диск:][путь][имя\_файла] [ключи], которая используется для вывода информации о содержимом дисков и каталогов. Параметр [диск:][путь] задает диск и каталог, содержимое которого нужно вывести на экран. Параметр [имя\_файла] задает файл или группу файлов, которые нужно включить в список. Например, команда

```
DIR C:\*.bat
```

выведет на экран все файлы с расширением bat в корневом каталоге диска C:. Если задать эту команду без параметров, то выводится метка диска и его серийный номер, имена (в коротком и длинном вариантах) файлов и подкаталогов, находящихся в текущем каталоге, а также дата и время их последней модификации. После этого выводится число файлов в каталоге, общий объем (в байтах), занимаемый файлами, и объем свободного пространства на диске. Например:

```
Том в устройстве C имеет метку PHYS1_PART2
Серийный номер тома: 366D-6107
Содержимое папки C:\aditor
.                <ПАПКА>          25.01.00   17:15  .
..              <ПАПКА>          25.01.00   17:15  ..
TEMPLT02.DAT    227  07.08.98   1:00  templt02.dat
UNINST1.000     1 093  02.03.99   8:36  UNINST1.000
HILITE.DAT      1 082  18.09.98  18:55  hilite.dat
TEMPLT01.DAT     48  07.08.98   1:00  templt01.dat
UNINST0.000    40 960  15.04.98   2:08  UNINST0.000
TTABLE.DAT      357  07.08.98   1:00  ttable.dat
ADITOR.EXE     461 312  01.12.99  23:13  aditor.exe
README.TXT       3 974  25.01.00  17:26  readme.txt
ADITOR.HLP      24 594  08.10.98  23:12  aditor.hlp
ТЕКСТО~1.TXT      0 11.03.01   9:02  Текстовый файл.txt
      11 файлов          533 647 байт
      2 папок           143 261 696 байт свободно
```

С помощью ключей команды DIR можно задать различные режимы расположения, фильтрации и сортировки. Например, при использовании ключа /W перечень файлов выводится в широком формате с максимально возможным числом имен файлов или каталогов на каждой строке. Например:

```
Том в устройстве C имеет метку PHYS1_PART2
Серийный номер тома: 366D-6107
Содержимое папки C:\aditor
[.]          [...]          TEMPLT02.DAT    UNINST1.000
      HILITE.DAT
TEMPLT01.DAT UNINST0.000    TTABLE.DAT    ADITOR.EXE
      README.TXT
ADITOR.HLP    ТЕКСТО~1.TXT
      11 файлов          533 647 байт
      2 папок           143 257 600 байт свободно
```

С помощью ключа /A[:атрибуты] можно вывести имена только тех каталогов и файлов, которые имеют заданные атрибуты ( R — "Только чтение", A — "Архивный", S — "Системный", H — "Скрытый", префикс "-" имеет значение НЕ). Если ключ /A используется более чем с одним значением атрибута, будут выведены имена только тех файлов, у которых все атрибуты совпадают с заданными. Например, для вывода имен всех файлов в корневом каталоге диска C:, которые одновременно являются скрытыми и системными, можно задать команду

```
DIR C:\ /A:HS
```

а для вывода всех файлов, кроме скрытых — команду

```
DIR C:\ /A:-H
```

Отметим здесь, что атрибуту каталога соответствует буква D, то есть для того, чтобы, например, вывести список всех каталогов диска C:, нужно задать команду

```
DIR C: /A:D
```

Ключ /O[:]сортировка задает порядок сортировки содержимого каталога при выводе его командой DIR. Если этот ключ опущен, DIR печатает имена файлов и каталогов в том порядке, в котором они содержатся в каталоге. Если ключ /O задан, а параметр сортировка не указан, то DIR выводит имена в алфавитном порядке. В параметре сортировка можно использовать следующие значения: N — по имени (алфавитная), S — по размеру (начиная с меньших), E — по расширению (алфавитная), D — по дате (начиная с более старых), A — по дате загрузки (начиная с более старых), G — начать список с каталогов. Префикс "-" означает обратный порядок. Если задается более одного значения порядка сортировки, файлы сортируются по первому критерию, затем по второму и т.д.

Ключ /S означает вывод списка файлов из заданного каталога и его подкаталогов.

Ключ /B перечисляет только названия каталогов и имена файлов (в длинном формате) по одному на строку, включая расширение. При этом выводится только основная информация, без итоговой. Например:

```
templt02.dat
UNINST1.000
hilite.dat
templt01.dat
UNINST0.000
ttable.dat
aditor.exe
readme.txt
aditor.hlp
Текстовый файл.txt
```

### Команды MKDIR и RMDIR

Для создания нового каталога и удаления уже существующего пустого каталога используются команды MKDIR [диск:]путь и RMDIR [диск:]путь [ключи] соответственно (или их короткие аналоги MD и RD). Например:

```
MKDIR "C:\Примеры"
RMDIR "C:\Примеры"
```

Команда MKDIR не может быть выполнена, если каталог или файл с заданным именем уже существует. Команда RMDIR не будет выполнена, если удаляемый каталог не пустой.

### Команда DEL

Удалить один или несколько файлов можно с помощью команды

```
DEL [диск:] [путь] имя_файла [ключи]
```

Для удаления сразу нескольких файлов используются групповые знаки ? и \*. Ключ /S позволяет удалить указанные файлы из всех подкаталогов, ключ /F — принудительно удалить файлы, доступные только для чтения, ключ /A[:]атрибуты — отбирать файлы для удаления по атрибутам (аналогично ключу /A[:]атрибуты в команде DIR).



### Команда REN

Переименовать файлы и каталоги можно с помощью команды RENAME ( REN ). Синтаксис этой команды имеет следующий вид:

```
REN [диск:] [путь] [каталог1|файл1] [каталог2|файл2]
```

Здесь параметр каталог1|файл1 определяет название каталога/файла, которое нужно изменить, а каталог2|файл2 задает новое название каталога/файла. В любом параметре команды REN можно использовать групповые символы ? и \*. При этом представленные шаблонами символы в параметре файл2 будут идентичны соответствующим символам в параметре файл1. Например, чтобы изменить у всех файлов с расширением txt в текущей директории расширение на doc, нужно ввести такую команду:

```
REN *.txt *.doc
```

Если файл с именем файл2 уже существует, то команда REN прекратит выполнение, и произойдет вывод сообщения, что файл уже существует или занят. Кроме того, в команде REN нельзя указать другой диск или каталог для создания результирующих каталога и файла. Для этой цели нужно использовать команду MOVE, предназначенную для переименования и перемещения файлов и каталогов.

### Команда MOVE

Синтаксис команды для перемещения одного или более файлов имеет вид:

```
MOVE [/Y|/-Y] [диск:] [путь] имя_файла1 [, ...]  
результатирующий_файл
```

Синтаксис команды для переименования папки имеет вид:

```
MOVE [/Y|/-Y] [диск:] [путь] каталог1 каталог2
```

Здесь параметр результирующий\_файл задает новое размещение файла и может включать имя диска, двоеточие, имя каталога, либо их сочетание. Если перемещается только один файл, допускается указать его новое имя. Это позволяет сразу переместить и переименовать файл. Например,

```
MOVE "C:\Мои документы\список.txt" D:\list.txt
```

Если указан ключ /-Y, то при создании каталогов и замене файлов будет выдаваться запрос на подтверждение. Ключ /Y отменяет выдачу такого запроса.

## 3. ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

IBM PC-совместимый компьютер и работающий под управлением операционной системой типа Windows, операционная оболочка типа Far Commander.

## 4. ЗАДАНИЕ НА РАБОТУ

Задание на лабораторную работу выдается каждому студенту в индивидуальном порядке. Далее приведены типовые индивидуальные задания, предлагаемые студенту для самостоятельного выполнения в рамках данной лабораторной работы:

Задание № 1

1. Создать папку с идентификатором 1.
2. Вывести на экран содержание корневого каталога текущего диска.
3. Скопировать в папку 1 два файла.
4. Вывести на экран содержание папки "1".
5. Определить объем свободного пространства на диске с папкой 1.
6. Удалить папку "1" со всем ее содержимым.

Задание № 2

1. Создать папку с идентификатором 2.
2. Вывести на экран содержание корневого каталога текущего диска.
3. Создать в папке "2" новый текстовый файл с идентификатором "NEW.TXT" и записать в него какую-либо информацию.
4. Вывести на экран содержание папки "2".
5. Вывести на экран содержимое файла "NEW.TXT".
6. Удалить папку "2" со всем ее содержимым.

Задание № 3

1. Перейти в корневой каталог диска C:.
2. Вывести на экран содержимое корневой папки.
3. Перейти в папку C:\TEMP или C:\TMP. Если на диске C: указанные папки отсутствуют, то создать такую папку.
4. Скопировать какой-либо файл в папку C:\TEMP или C:\TMP.
5. Скопировать какую-либо непустую папку в папку C:\TEMP или C:\TMP.
6. Удалить из папки C:\TEMP или C:\TMP все файлы.

Задание № 4

1. Перейти в корневой каталог диска C:.
2. Вывести на экран содержимое корневой папки.
3. Перейти в папку C:\TEMP или C:\TMP. Если на диске C: указанные папки отсутствуют, то создать такую папку.
4. Создать в папке C:\TEMP или C:\TMP вложенную папку с идентификатором CD.
5. Скопировать какую-либо непустую папку в папку C:\CD.
6. Удалить из папки C:\TEMP или C:\TMP все файлы.

Задание № 5

1. Создать папку с идентификатором 3.
2. Вывести на экран содержание корневого каталога диска C:.
3. Скопировать в папку 3 одновременно три файла за одну операцию.
4. Вывести на экран содержание папки "3".
5. Удалить папку "3" со всем ее содержимым.

Задание № 6

1. Создать папку с идентификатором 4.
2. Вывести на экран содержание корневого каталога диска C:.

3. Создать в папке "4" новый текстовый файл с идентификатором "OLD.TXT" и записать в него какую-либо информацию.
4. Вывести на экран содержание папки "4".
5. Переименовать файл "OLD.TXT" как "NEW.TXT".
6. Удалить папку "4" со всем ее содержимым.

#### Задание № 7

1. Перейти в корневой каталог диска C:.
2. Вывести на экран содержимое корневой папки.
3. Определить объем информации, записанной на диске.
4. Перейти в папку C:\TEMP или C:\TMP. Если на диске C: указанные папки отсутствуют, то создать такую папку.
5. Скопировать какие-либо две непустые папки в текущую папку.
6. Установить для скопированных папок атрибут "только чтение".

#### Задание № 8

1. Перейти в корневую папку диска C:.
2. Вывести на экран содержимое корневой папки C:.
3. Вывести на экран в постраничном режиме дерево каталогов диска C:.
4. Создать папку C:\TEMP, если таковая не существует.
5. Создать в папке C:\TEMP новый текстовый файл с именем «номер группы».TXT и записать в него свою фамилию.
6. Дописать в файл «номер группы».TXT (например, 622111) наименование изучаемого учебного курса.
7. Установить файлу «номер группы».TXT атрибут "только чтение".

#### Задание № 9

1. Перейти в корневую папку диска C:.
2. Найти на диске C:\ папку с идентификатором TEMP.
3. Перейти в папку TEMP.
4. Вывести на экран содержимое папки TEMP.
5. Создать в папке C:\TEMP новый текстовый файл с именем «номер группы».TXT (например, 622111) и записать в него свою фамилию.
6. Вывести на экран содержимое файла «номер группы».TXT.
7. Изменить файлу «номер группы».TXT атрибут "только чтение" на противоположный.

### 5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

xli. Ознакомиться с теоретическими положениями лабораторной работы, изучить устройство оптических дисков, методы записи и воспроизведения информации. Ответить на контрольные вопросы.

Отчет по лабораторной работе выполняется на листах писчей бумаги формата А4. По согласованию с преподавателем отчет может быть оформлен в ученической тетради. Страницы отчета должны быть пронумерованы. Отчет должен содержать:

1. титульный лист, выполненный по общепринятому образцу;
2. текст индивидуального задания;
3. операции в командной строке, необходимые для выполнения индивидуального задания;
4. выводы по работе;

5. библиографический список, выполненный по ГОСТ 7.1-84.

## 6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

183. Какие основные функции выполняет операционная система ЭВМ?
184. Какое назначение имеет командный язык операционной системы?
185. Что такое внутренние команды?
186. Что такое внешние команды?
187. Как можно активировать командный интерпретатор?
188. Как посмотреть встроенную справку у большинства команд?
189. Для чего нужен символ «>»?
190. Для чего нужен символ «>>»?
191. Для чего нужен символ «<»?
192. Для чего нужен символ «|»?
193. Для чего нужен символ «^»?
194. Для чего нужен символ «&»?
195. Для чего нужен символ «&&»?
196. Для чего нужен символ «||»?
197. Для чего нужен символ «?»?
198. Для чего нужен символ «\*»?
199. Для чего нужен символ «.»?
200. Для чего нужен символ «..»?
201. Что делает команда ATTRIB?
202. Что делает команда ECHO?
203. Что делает команда MORE?
204. Что делает команда DIR?
205. Что делает команда SORT?
206. Что делает команда TYPE?
207. Что делает команда CD?
208. Что делает команда COPY?
209. Что делает команда XCOPY?
210. Что делает команда MKDIR?
211. Что делает команда RMDIR?
212. Что делает команда DEL?
213. Что делает команда REN?
214. Что делает команда MOVE?

## 7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

8. Ахметов К.С. Windows 95 для всех / К.С. Ахметов. – 2-е изд. – М.: Компьютер Пресс, 1996. – 318 с.
9. Богумирский Б.С. Руководство пользователя ПЭВМ: в 2 ч / Б.С. Богумирский. – СПб: Питер, 1994. – 736 с.
10. Богумирский Б. Эффективная работа на IBM PC в среде Windows 95 / Б. Богумирский. – СПб: Питер, 1998. – 1120 с.
11. Богумирский Б., Гинзбург А., Солоницын Ю. Энциклопедия Windows Millennium Edition / Б. Богумирский, А. Гинзбург, Ю. Солоницын. – СПб: Питер, 2001. – 768 с.
12. Григорьев В.Л. Самоучитель по операционной системе для персональных компьютеров / В.Л. Григорьев. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 312 с.
13. Трушин Н.Н. Программирование командных файлов: Учебное пособие. / Н.Н. Трушин. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2007. 80 с.

14. Фигурнов В.Э. IBM PC для пользователя: Краткий курс / В.Э. Фигурнов. – 7-е изд. – М.: ИНФРА-М, 1997. – 480 с.
15. Фриш Э. Windows 2000. Команды. Карманный справочник / Э. Фриш. – М.: Мир, 2003. – 176 с.
16. Холмогоров В. Тонкая настройка Windows XP / В. Холмогоров. – СПб: Питер, 2006. – 288 с.
17. Шалин П. Энциклопедия Windows XP / П. Шалин. – СПб: Питер, 2004. – 684 с.
- 11.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 15

### ЗАПИСЬ И КОПИРОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ДИСКОВ CD, DVD, Blu-Ray

#### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Изучение методов создания массивов данных на оптических дисках типа CD и DVD с целью приобретения навыков грамотной эксплуатации архивной памяти вычислительных систем.

#### 2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

##### 2.1. История создания оптических дисков

Оптические носители информации прочно вошли в современную информатику. На сегодняшний день они обеспечивают наиболее дешевый, достаточно надежный и удобный способ хранения больших объемов информации: видео- и аудиозаписей, фотографий, компьютерных программ и данных.

Компакт-диск (**Compact Disc, CD**) – это оптический носитель информации в виде диска с отверстием в центре, информация с которого считывается с помощью луча лазера. На поверхности диска нанесена спиральная дорожка, микроскопические участки которой по-разному отражают направленный на них лазерный луч. Изначально компакт-диск был создан для цифрового хранения звуковой информации, однако в настоящее время очень широко используется как устройство хранения данных широкого назначения.

Компакт-диск был создан в 1979 г. совместно компаниями Philips (Нидерланды) и Sony (Япония). На Philips разработали общий процесс производства, а Sony использовала собственный метод записи PCM – Pulse Code Modulation, использовавшийся ранее в цифровых профессиональных магнитофонах. В 1982 г. на заводе в ФРГ началось массовое производство компакт-дисков. Значительный вклад в популяризацию компакт-дисков внесли фирмы Microsoft и Apple Computer.

Впоследствии были созданы устройства и носители с возможностью однократной записи (типа CD-R). Для изготовления таких дисков используется материал, который изменяет свое состояние под воздействием лазерного излучения записывающей головки, оставаясь при этом устойчивым к другим внешним воздействиям. Сохраняя совместимость с ранее выпущенными устройствами чтения, новые устройства и носители давали потребителю возможность записи на компакт-диск своей собственной информации. Первый такой диск был выпущен в конце 1980-х гг. японской компанией Tajyo Yuden. Позже были созданы носители типа CD-RW, предусматривающие многократную запись и перезапись информации.

Опираясь на технологию CD в середине 1990-х гг. был создан новый оптический диск, ориентированный на хранение видеoinформации – **DVD (Digital Video Disk** – цифровой видеодиск). Этот носитель информации первоначально разрабатывался как замена видеокассетам. Официально DVD был анонсирован в сентябре 1995 г., а первые диски и проигрыватели DVD появились в ноябре 1996 г. в Японии и в марте 1997 г. в США. Первая версия спецификаций (стандарт) DVD была опубликована в сентябре 1996 г. Изменения и дополнения в стандарты вносит организация *DVD Forum* (ранее называвшаяся *DVD Consortium*), членами которой являются 10 компаний-основателей во главе с фирмой Toshiba и более 220 частных лиц. Первое устройство, поддерживающее запись на диски типа DVD-R, было выпущено фирмой Pioneer в октябре 1997 года. Позже, когда стало ясно, что DVD-носитель подходит и для хранения произвольной информации, аббревиатуру DVD стали расшифровывать как Digital Versatile Disc (цифровой многоцелевой диск).

Поскольку видеозаписи отличаются от звукозаписей большим объемом, то DVD по сравнению с CD имеет увеличенную емкость. При условии сохранения размеров диска, это

обстоятельство потребовало повышения плотности записи. Для достижения высокой плотности записи был применен лазер с меньшей длиной волны излучения (650 нм против 780 нм для CD), что позволило уменьшить расстояние между витками дорожки, размер элементов дорожки и расстояние между ними. Другим способом увеличения емкости DVD стало изготовление двухсторонних, двухслойных и двухсторонних двухслойных дисков.

Впоследствии были созданы DVD-носители с возможностью однократной и многократной записи данных (типа R и RW).

Дальнейшим развитием оптических дисков стала технология **HD DVD** (*High Definition DVD* – DVD высокой чёткости). Эта технология записи разработана компанией Toshiba в содружестве с компаниями NEC и Sanyo. HD DVD подобен соперничающей технологии Blu-ray Disc, которая также использует такие же диски стандартного диаметра (120 мм) и синий лазер с длиной волны 405 нм. Первые диски и приводы нового формата были анонсированы в марте 2006 г. Однослойный HD DVD имеет емкость 15 Гбайт, двухслойный – 30 Гбайт. Однако уже в феврале 2008 г. компания Toshiba официально отказалась от поддержки технологии HD DVD ввиду ее неперспективности.

**Blu-ray Disc** (сокращенно **BD**, *blue ray* – голубой луч и *disc* – диск) — это следующее поколение формата оптических дисков, предназначенных для записи и хранения цифровых данных, включая видеоинформацию высокой чёткости с повышенной плотностью записи информации. Спецификация BD предусматривает диски емкостью в среднем 25 Гбайт на один слой и 100 Гбайт на четыре слоя. Форматы HD DVD и BD обратно совместимы с DVD и оба используют одни и те же способы сжатия видеоинформации. Продажи дисков и приводов BD начались в 2006 г.

Стандарт Blu-ray был разработан совместно группой компаний по производству бытовой электроники и компьютеров во главе с фирмой Sony, которые вошли в Консорциум Blu-ray (BDA). Буква "e" была сознательно исключена из слова "blue", чтобы получить возможность зарегистрировать торговую марку. По сравнению с форматом HD DVD, диски Blu-ray имеют увеличенную информационную ёмкость, но в тоже время формат Blu-ray более дорогой в использовании и поддержке. Несмотря на это Blu-ray выиграл в конкурентной борьбе с HD DVD: в феврале 2008 г. компания Toshiba объявила о прекращении поддержки технологии HD DVD в связи с решением положить конец войне форматов в пользу формата Blu-ray Disc.

Стандарт Blu-ray предусматривает диски диаметром 120 и 80 мм типов BD-ROM, BD-R (записываемые) и BD-RE (перезаписываемые). Однослойный диск Blu-ray диаметром 120 мм может хранить до 33 Гбайт информации – этого объёма достаточно для записи примерно четырёх часов видеоинформации высокой чёткости (HDTV) со звуком. Двухслойный BD того же диаметра (BD-XL) может вместить до 54 Гбайт информации, что достаточно для записи на него порядка восьми часов видеофильма высокой четкости. Объем 80-мм BD-дисков составляет 7,5 Гбайт для однослойного исполнения и 15 Гбайт для двухслойного варианта.

## 2.2. Устройство оптического диска

Под общим термином "оптический диск" подразумевается несколько видов носителей. Некоторые из них (диски типа CD-R, DVD-R, DVD+R, которые часто называют "болванками") дают пользователю возможность однократной записи, другие (диски типа CD-RW, DVD-RW, DVD+RW) позволяют многократно записывать новую информацию поверх старой. Диски отличаются также размерами, количеством рабочих слоев, плотностью записи информации, максимальной скоростью записи и воспроизведения информации, но при этом базовые принципы их устройства неизменны.

Компакт-диски обычно имеют диаметр 120 или 80 мм. Основа диска изготавливается из поликарбоната толщиной 1,2 мм, покрытого тончайшим слоем алюминия (ранее использовалось золото) с защитным слоем из лака, на котором обычно наносится

графическое представление содержания диска (этикетка). В центре диска расположено отверстие диаметром 15 мм.

На поликарбонатную основу диска наносятся рабочие слои: информационный (в дисках с возможностью многократной записи он помещен между термоизоляционными слоями) и отражающий. Чтобы предохранить рабочие слои от механических повреждений и воздействия окружающей среды, сверху наносится защитный слой, поверх которого, как правило, наносится еще один – декоративный, предназначенный для художественного оформления и маркировки диска (рис. 7.1).

Поверхность информационного слоя оптического диска представляет собой спиральную дорожку из последовательно расположенных выступов и промежутков, называемых *питами* (от англ. pit), отражающих и не отражающих свет. Установленный в головке записи и чтения накопителя (привода) миниатюрный полупроводниковый лазер, освещает эти участки (мощность излучения при этом составляет порядка 0,5 ... 1 мВт), а фотоприемник (фотодетектор) преобразует наличие или отсутствие отраженного луча в последовательность цифровых данных: нулей и единиц.

Компакт-диски типа CD-ROM и DVD-ROM изготавливаются (тиражируются) методом инжекционного литья (литья под давлением) на заводах с использованием стеклянной матрицы с вытравленным на ней рисунком дорожек.

Записываемые и перезаписываемые компакт-диски типа R и RW соответственно имеют между основой и отражающим слоем регистрирующий слой. Он может изменять свою прозрачность под воздействием высокой температуры. При записи на диски типа R или RW применяются специальные записывающие приводы. Лазерная головка такого привода генерирует луч более высокой мощности (8 ... 16 мВт), который нагревает участки информационного слоя, в результате чего они изменяют свойства, темнеют и перестают отражать луч.

Материал информационного слоя перезаписываемого диска, в зависимости от температуры, до которой его разогревает луч лазера, может многократно переходить между кристаллическим и аморфным состояниями, характеризующимися разными коэффициентами отражения. Количество циклов перезаписи может достигать нескольких тысяч. В качестве материала для регистрирующего слоя используют сложные органические соединения, например цианин и фталоцианин. Для отражающего слоя в дисках типа R и RW используются сложные металлические сплавы, тогда как в более простых дисках типа ROM применяется более дешевый алюминий. Несмотря на это отражающий слой в дисках типа R и RW характеризуется более низким коэффициентом отражения, чем диски типа ROM.

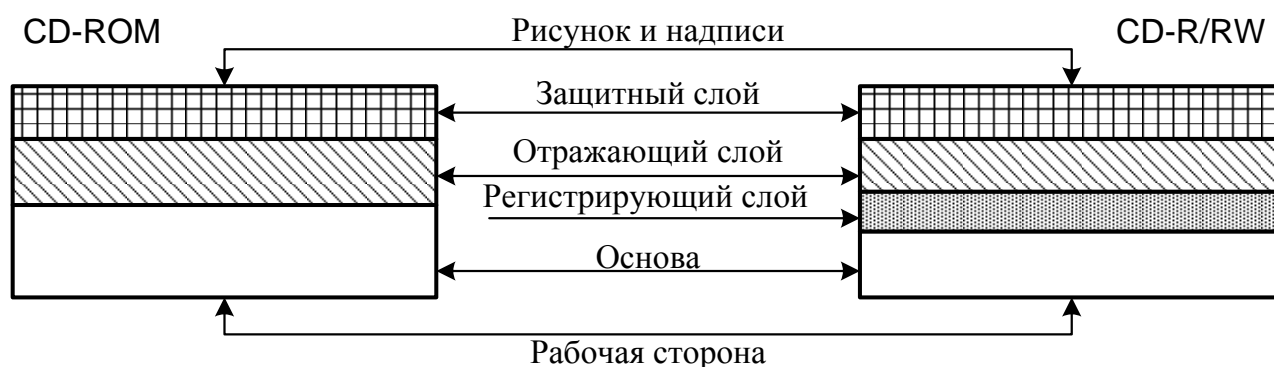


Рис. 7.1. Компакт-диск в разрезе

Двухслойные диски типа DVD DL (Double Layer) представляют собой комбинацию из двух однослойных дисков. Чтобы обеспечить фокусировку лазера на втором слое, первый отражающий слой делается полупрозрачным. Его отражающая способность ниже, поэтому он имеет несколько меньшую емкость. Двусторонний диск можно представить, как два односторонних, "склеенных" отражающими слоями.



Несмотря на достаточно толстую основу и наличие защитного слоя, оптические диски чувствительны к внешним воздействиям. Чтобы обеспечить надежность и долговечность, следует соблюдать некоторые правила: избегать попадания дисков в агрессивные химические среды, не подвергать их механическим нагрузкам, беречь от царапин и высоких температур, избегать попадания прямых солнечных лучей.

### 2.3. Типы оптических дисков

Для записи информации на компакт-диски были разработаны следующие форматы:

- **CD-Audio**, или **Red Book** – исторически первый формат записи звуковой информации;
- **CD-DA** (Digital Audio) или **Yellow Book** – наиболее распространенный формат для компьютерных компакт-дисков. Формат задан стандартом ISO-9660, позволяет хранить текстовые, графические и звуковые данные;
- **PhotoCD** – формат, позволяющий хранить черно-белые и цветные фотографии, поддерживает запись на компакт-диск в несколько сеансов;
- **CD-ROM/XA** или **Green Book** – формат совместимый с форматом CD-DA, позволяет чередовать на компакт-диске блоки разнородной информации (изображение, звук, иные данные). Этот формат предусматривает сжатие звуковой информации, что позволяет хранить на одном диске несколько часов аудиоинформации вместо обычных 74 минут. Формат поддерживает также запись на компакт-диск в несколько сеансов;
- **White Book** – определяет основные параметры VideoCD – компакт-диска, на котором можно хранить 72 минуты видеофильма вместе со стереозвуком. Хранение информации на таком компакт-диске осуществляется в сжатом виде;
- **Orange Book** – определяет параметры записи на однократно записываемые и перезаписываемые компакт-диски типа CD-R и CD-RW.

**CD-ROM** – "Compact Disc-Read Only Memory – это исторически первый вариант оптического диска, предназначенного только для воспроизведения информации, нанесенной на него в процессе производства. Используется для массового тиражирования компьютерных программ и данных, видео- и звукозаписей.

**CD-R** – "Compact Disc-Recordable" – диск с возможностью однократной записи. Во многих аспектах диски CD-R аналогичны носителям CD-ROM, но имеют принципиальное отличие – пользователь может самостоятельно записать на них информацию. При этом диски типа CD-R допускают заполнение своего информационного объема за несколько сеансов записи.

**CD-RW** – "Compact Disc ReWritable" – диск с возможностью многократной записи, уничтожения и перезаписи данных. В первом приближении диски этого вида можно сравнить с магнитными дискетами.

Емкость CD диаметром 120 мм в зависимости от радиуса спиральной дорожки составляет 650 ... 800 Мбайт, мини-диска диаметром 80 мм – 140 ... 210 Мбайт. Поскольку изначально компакт-диски предназначались для звукозаписи, их емкость часто указывают в минутах (по аналогии с аудиокассетами). Емкость обычного компакт-диска (650 Мбайт) соответствует 74 минутам, а компакт-диска 700 Мбайт – 80 минут.

В силу особенностей производства записываемых дисков, реальная емкость диска всегда несколько больше документированной. Некоторые устройства и программы записи позволяют задействовать эту дополнительную емкость (режим записи типа *Overburn*), но следует помнить, что совместимость с другими устройствами и сохранность данных при этом не гарантированы.

Для DVD-дисков округленное значение их емкости используется в обозначении дисков:

**DVD-1** – односторонний однослойный диск емкостью 1,36 Гбайт;

**DVD-2** – односторонний двухслойный диск емкостью 2,48 Гбайт;

**DVD-3** – двухсторонний однослойный диск емкостью 2,72 Гбайт;

**DVD-4** – двухсторонний двухслойный диск емкостью 4,95 Гбайт.

Диаметр всех перечисленных дисков – 80 мм, а область их применения – мобильные устройства (например, видеокамеры). В стационарных накопителях чаще используются диски диаметром 120 мм:

**DVD-5** – односторонний однослойный диск емкостью 4,7 Гбайт;

**DVD-9** – односторонний двухслойный диск емкостью 8,5 Гбайт;

**DVD-10** – двухсторонний однослойный диск емкостью 9,4 Гбайт;

**DVD-18** – двухсторонний двухслойный диск емкостью 17 Гбайт.

Аналогично CD, диски DVD могут быть предназначены только для чтения, для однократной или многократной записи.

**DVD-ROM** – "Digital Versatile Disk – Read Only Memory" – предназначен только для воспроизведения информации, нанесенной на него в процессе производства. По технологии изготовления DVD-ROM различаются диски с видеозаписями (DVD-Video), звукозаписями (DVD-Audio), компьютерными программами и данными, которые обычно и называют термином DVD-ROM.

**DVD-RAM** – "Digital Versatile Disk – Random Access Memory" – диск, обеспечивающий доступ к произвольному участку дорожки, за счет чего существенно ускоряются операции чтения и записи. Кроме того, диски этого типа отличаются большим числом циклов перезаписи (до 100000 раз) и механизмом коррекции ошибок записи.

DVD-RAM – это первый формат DVD, обеспечивающий многократную запись, но в настоящее время его популярность невысока. Главным образом, это объясняется высокой ценой и ограниченной совместимостью с компьютерными приводами и бытовыми проигрывателями DVD. Емкость дисков DVD-RAM составляет 4,7 Гбайт (односторонний диск) или 9,4 Гбайт (двухсторонний диск). Чтобы защитить диски от внешних воздействий, их заключают в специальные сменные или несменные картриджи (так называемые диски "первого типа" – **DVD-RAM I**). Диски "второго типа" (**DVD-RAM II**) картриджами не имеют. На использование носителей DVD-RAM опирается стандарт DVD-VR, предназначенный для бытовой видеоаппаратуры и позволяющий записывать видео в реальном времени, а также редактировать записи.

**DVD-R** – "Digital Versatile Disk – Recordable" – диск с возможностью однократной записи данных. Диски этого типа совместимы с большинством бытовых проигрывателей и компьютерных DVD-приводов. Спецификация DVD-R содержит две части:

**DVD-R(A)** – "Digital Versatile Disk – Recordable (Authoring)" – диск, предназначенный для профессионального оборудования. Используется в подготовке образцовых дисков ("мастер-дисков") для последующего тиражирования по технологии DVD-ROM;

**DVD-R(G)** – "Digital Versatile Disk – Recordable (General)" – диск для широкого потребителя (обычно именно такие диски понимают под термином DVD-R). Носитель совместим с большинством устройств, имеет невысокую стоимость. Поддерживает защиту от копирования.

**DVD-RW** – "Digital Versatile Disk – ReWritable" – носитель с возможностью многократной записи данных. Совместим с большим количеством бытовых проигрывателей и компьютерных DVD-приводов. Количество циклов перезаписи – до 1000. Диски этого типа необходимо форматировать перед использованием, а чтобы диск мог быть прочитан на бытовом проигрывателе, после записи выполняется процедура "финализации", которая предполагает невозможность дальнейшей записи на диск.

Технологии DVD-R и DVD-RW, часто называемые "минусовыми", разработаны компанией Pioneer.

**DVD+RW** – "Digital Versatile Disk+ReWritable" – более поздняя разработка носителя с многократной записью. Имеет совместимость с бытовыми проигрывателями и компьютерными устройствами DVD, а также несколько особенностей, выгодно отличающих его от формата DVD-RW:

- возможность выборочной записи содержимого диска, т.е. можно удалять или перезаписывать произвольный участок записи, не затрагивая остальную часть диска;
- улучшенный контроль ошибок чтения;
- механизм коррекции ошибок при записи;
- возможность форматирования носителей в фоновом режиме;
- более высокую скорость записи;
- отсутствие этапа "финализации" диска.

**DVD+R** – "Digital Versatile Disk+Recordable" – диск с однократной записью данных, основанный на технологиях DVD+RW. Диски DVD+R также имеют совместимость с бытовыми проигрывателями и компьютерными накопителями.

**BD-R** – "Blu-ray Disk-Recordable" – диск с однократной записью данных;

**BD-RE** – "Blu-ray Disk-Recordable/Erasable" – диск с многократной записью данных.

Такое разнообразие форматов часто приводит к проблемам совместимости устройств и дисков. В меньшей степени это касается воспроизведения информации, в большей – записи.

Записываемые диски характеризуются максимальной скоростью записи на них информации. Так, для современных дисков типа CD-R этот параметр составляет 52х, для дисков CD-RW – 32х, для однослойных дисков DVD±R – 16х, для однослойных DVD±RW – 8х, для двухслойных DVD±R – 8х. Скорость 1х для дисков и приводов CD соответствует скорости передачи данных 150 Кбайт/с, а для дисков и приводов DVD скорость 1х соответствует скорости передачи данных 1380 Кбайт/с.

Максимальная относительная скорость воспроизведения информации с дисков CD-ROM составляет 56х, для дисков DVD-ROM – 20х.

Для дисков BD максимальная относительная скорость воспроизведения информации составляет 12х, скорость записи – 8х; при этом скорости 1х соответствует 36 Мбит/с.

Адресация и считывание данных с компакт-дисков должны выполняться без ошибок. Задача осложняется возмущающими факторами (вибрациями), возникающими в результате вращения диска и движения механических частей привода. Задача минимизации ошибок воспроизведения информации решается на основе постоянной коррекции положения лазерного луча и использовании специальных механизмов обнаружения и коррекции ошибок, основанных на записи на диск дополнительной информации, базовым из которых является CIRC.

**CIRC** – "Cross Interleaved Reed Solomon Code" – перемежающийся код Рида-Соломона, специально разработанный для компакт-дисков. Он обеспечивает уровень ошибок не более одной на гигабайт данных, что эквивалентно одной ошибке примерно на два диска. Для аудиодисков такое значение вполне подходит, поскольку одиночные ошибки в звуке не сказываются на звучании. Если же говорить о программах и данных, ошибка в каждом втором диске совершенно неприемлема. Вот почему была разработана дополнительная, более эффективная схема, обеспечивающая уровень ошибок не выше, чем одна ошибка на терабайт данных (примерно 2000 дисков) – EDC/ECC.

**ECC/EDC** – "Error Correction Code / Error Detection Code" – коды обнаружения и коррекции ошибок в данных. Значения кодов вычисляются по исходным данным и записываются вместе с ними в одном блоке.

**RS-PC**. Поскольку на DVD плотность записи значительно повышена, вероятность появления ошибок возрастает. Чтобы исправить положение, данные на DVD записываются с использованием улучшенной схемы коррекции ошибок – RS-PC ("Reed Solomon Product Code").

## 2.4. Технические параметры приводов CD/DVD

Приводы для работы с оптическими дисками типа CD/DVD характеризуются следующими основными техническими характеристиками:

25) *конструктивное исполнение привода* по отношению к системному блоку компьютера: внутреннее или внешнее. Приводы внутреннего типа предназначены для установки в монтажные отсеки корпуса компьютера. Приводы внешнего исполнения предполагают использование вне корпуса компьютера;

26) *тип привода*. Существуют следующие типы приводов CD/DVD:

- CD-ROM – могут только читать компакт-диски;
- DVD-ROM – могут только читать диски CD-ROM и DVD-ROM (некоторые устройства могут также читать диски DVD-RAM);
- CD-RW – могут читать диски типа CD-ROM и записывать диски типа CD-R и CD-RW;

- Combo (DVD-ROM/CD-RW) – эти приводы могут читать диски типа CD-ROM и DVD-ROM, а также записывать диски типа CD-R и CD-RW;

- DVD-RW – это наиболее универсальные устройства, которые позволяют читать диски типа CD-ROM и DVD-ROM и записывать диски типа CD-R, CD-RW, DVD-R/+R и DVD-RW/+RW (некоторые приводы способны также работать с дисками типа DVD-RAM);

- HD DVD и BD – такие приводы способны читать диски типа CD-ROM, DVD-ROM, HD DVD-ROM, BD-ROM и в зависимости от своей конструкции – записывать диски типа CD-R, CD-RW, DVD-R/+R, DVD-RW/+RW, DVD-RAM, HD DVD-R/RW, BD-R, BD-RE;

27) *габаритные размеры накопителя*. Они также характеризуются с помощью форм-фактора. Форм-фактор встраиваемого привода компакт-дисков обычно описывается параметрами 5,25" (ширина привода) и HH (высота привода, Half Height – половинная высота, 41 мм). Внешние приводы и приводы для мобильных компьютеров более тонкие – они имеют высоту 12,7 или 9,5 мм;

28) *фирма изготовитель, модель накопителя*. Крупными разработчиками и изготовителями приводов CD/DVD/BD в настоящее время являются фирмы Acer, BenQ, Lite-On, LG Electronics, Mitsumi, NEC, Mathuthita (Panasonic), Philips, Plextor, Pioneer, Ricoh, Sony, TEAC, TSST (Toshiba-Samsung), Optiarc (NEC-Sony);

29) *способ загрузки диска в привод*. Загрузка диска производится с помощью сменной кассеты или выдвижной панели (лотка). Выдвижной лоток позволяет оперировать с дисками различного диаметра. Некоторые модели приводов предусматривают щелевой способ загрузки дисков, однако в этом случае привод допускает работу только с дисками одного диаметра;

30) *скоростная формула привода*. Например, для привода типа CD-RW скоростная формула 32/16/48 означает следующее: данный привод может записывать диски типа CD-R с максимальной скоростью 32х, записывать диски типа CD-RW с максимальной скоростью 16х и читать диски типа CD-ROM с максимальной скоростью 48х;

31) *тип интерфейса* сопряжения привода с системной платой компьютера или контроллером. Для внутренних приводов применяются интерфейсы ATAPI, Serial-ATA, SCSI, для внешних приводов – USB, e-SATA, FireWire (IEEE-1394), LPT;

32) *емкость внутренней (буферной) памяти*. Типичные значения буферной памяти – 128, 256 и 512 Кбайт, 2, 4 и 8 Мбайт. Наиболее высокими объемами буферной памяти характеризуются приводы типа DVD-RW и BD-R;

33) *параметры энергопотребления* (величины питающих напряжений, потребляемые токи, мощность);

34) *параметры быстродействия* (среднее время позиционирования оптической головки в миллисекундах, средняя скорость передачи данных в Мбайт/с и др.);

35) *параметры надежности* (гарантированное количество циклов включения-выключения, наработка на отказ и др.);

36) *специальные возможности привода*, предусмотренные стандартами или фирмой-изготовителем: наличие аналогового и цифрового выходов аудиоинформации, регулятора уровня аудиосигнала, защиты от опустошения буферной памяти для записывающего привода, поддержка технологии *LightScribe*, *LabelFlash* и др.

*LightScribe* – технология, позволяющая получать изображение на обратной поверхности специально подготовленных компакт-дисков с помощью приводов, поддерживающих данную технологию. Технология разработана компаниями Hewlett-Packard и Lite-On в 2005 году.

*Labelflash* – технология, позволяющая наносить свои рисунки на записываемые диски DVD и BD, была представлена фирмой NEC в 2005 г. Эта технология подобна *LightScribe*, но не совместима с ней. Рисунок может наноситься как на рабочую поверхность диска, так и на обратную. В первом случае теряется часть полезной емкости диска, для второго необходим диск со специальным покрытием.

## 2.5. Режимы записи компакт-дисков

Особенности записи оптических дисков выражаются в наличии нескольких физических форматов, способов и режимов записи, различающихся логической структурой.

Запись информации на компакт-диски осуществляется по спиральной дорожке в направлении от центра диска к его периферии. На CD предусмотрены участки для калибровки мощности лазера, хранения сведений о производителе, типе и емкости носителя, допустимых скоростях записи и, собственно, для записи данных. Базовой совокупностью данных, на диске является сектор, состоящий из 98 фреймов.

Каждый фрейм состоит из 36 байт и содержит данные синхронизации (3 байта), каналы дополнительного кода (1 байт), данные (24 байта) и CIRC (8 байт). В каналы дополнительного кода, обозначаемые латинскими буквами P, Q, R, S, T, U, V и W, записываются служебные данные: в каналы P и Q – информация, используемая для навигации по диску, в остальные – графические и текстовые данные, используемые в некоторых форматах.

Если умножить количество фреймов (98) на объем, отводимый под данные в каждом из них (24), то получим, что каждый сектор содержит 2352 байта. Из этого объема 2048 байт обычно отводится для пользовательских данных, но конкретное значение зависит от физического формата сектора. Стандартом определены следующие форматы секторов CD.

**Mode 1** – используется для записи программ и данных. Вместе с данными на диск записывается информация для автоматической коррекции ошибок чтения. Структура сектора:

- синхронизация – 12 байт;
- заголовок – 4 байта;
- данные – 2048 байт;
- EDC – 4 байта;
- свободно – 8 байт;
- ECC – 276 байт.

**Mode 2** – включает дополнительную информацию для коррекции ошибок. Структура сектора:

- синхронизация – 12 байт;
- заголовок – 4 байта;
- данные – 2336 байт.

На основе спецификации CD-ROM был разработан более совершенный стандарт CD-ROM XA. В структуру секторов диска CD-ROM XA добавлен подзаголовок, указывающий на содержимое блока данных. Стандарт CD-ROM Mode 2 предусматривает два варианта: Form 1 и Form 2, отличающиеся наличием или отсутствием дополнительной информации для коррекции ошибок.

**Mode 2 Form 1** – в отличие от CD-ROM Mode 1, свободные 8 байт заняты подзаголовком, указывающим тип данных:

- синхронизация – 12 байт;
- заголовок – 4 байта;

- подзаголовок – 8 байт;
- данные – 2048 байт;
- EDC – 4 байта;
- ECC 276 байт.

**Mode 2 Form 2** – используется для записи мультимедийных данных, малочувствительных к ошибкам, что позволяет отвести под данные еще 288 байт, отказавшись от кодов коррекции ошибок:

- синхронизация – 12 байт;
- заголовок – 4 байта;
- подзаголовок – 8 байт;
- данные – 2324 байт;
- EDC – 4 байта.

Группа секторов, записанных в интервале от включения лазера до выключения, образует *сессию*. Каждая сессия может содержать одну дорожку данных и несколько дорожек видео или аудио. Может быть записан как один-единственный файл, так и множество файлов и папок, занимающих весь объем компакт-диска. В начале сессии записывается вступительная зона ("*Lead-in*"), а в конце – завершающая ("*Lead-out*").

Зона "*Lead-in*" содержит оглавление сессии, включающее информацию о ее дорожках (TOC – Table of Contents). Вступительная зона на CD занимает около 9 Мбайт. При закрытии сессии выполняется запись завершающей зоны – "*Lead-out*". Зона "*Lead-out*" указывает устройству чтения на конец сессии. Зона, завершающая первую сессию занимает около 13 Мбайт, каждая последующая завершающая зона – около 4 Мбайт.

В зависимости от того, сколько дорожек записывается за одну сессию, для компакт-дисков определено несколько способов записи:

**DAO** – "Disk-At-Once" – в этом случае весь диск, включая интервалы между дорожками, записывается в ходе единственной сессии. Данный способ обычно применяется при записи аудиодисков, поскольку обеспечивает полный контроль пауз между дорожками и данных в каналах дополнительного кода. При записи в режиме DAO весь диск записывается за один проход без выключения лазера. В конце записи диск, как правило, "финализируется" ("закрывается") и не может быть использован для записи новой сессии.

Количество дорожек внутри сессии определяется пользователем. При записи аудиодиска оно, как правило, равно числу записываемых музыкальных произведений. Для записи программ и данных используется одна дорожка.

Преимущество режима DAO в том, что он минимизирует накладные расходы дискового пространства, поскольку в первой сессии на запись служебной информации (вступительной и завершающей зон) расходуется более двадцати мегабайт, а в каждой последующей – более десяти. Очевидно, что при большом количестве сессий значительная часть диска используется не по прямому назначению.

**SAO** ("Session-At-Once") – данный режим практически полностью повторяет режим DAO. В ходе сессии записывается вводная зона, данные и выводная зона, но диск не "финализируется". Это означает, что после записи в режиме SAO остается возможность записать на диск следующую сессию.

**TAO** ("Track At Once") – запись в этом режиме выполняется за несколько сессий. Если диск записывается в режиме TAO, то каждая сессия всегда содержит единственную дорожку, а диск называется мультисессионным. Диск может быть закрыт по желанию пользователя после любой очередной сессии. Пока диск остается открытым, можно пополнять его новыми сессиями по мере необходимости вплоть до исчерпания свободного места.

Основное достоинство режима TAO – гибкость: можно не только дописывать файлы и папки, но и удалять ненужные данные (на дисках CD-R/DVD-R удаленные файлы по-прежнему будут занимать физическое пространство, но не будут видны пользователю при

чтении диска). Недостатком режима ТАО является непроизводительный расход емкости диска на хранение информации о каждой сессии.

**Packet Mode** – пакетный режим, который используется, главным образом, для перезаписываемых дисков. Диск предварительно форматируется, в результате чего на нем создаются дорожки и сектора в формате файловой системы UDF (Universal File System – универсальная файловая система). Файловую систему UDF поддерживают многие операционные системы ПК. Часть диска отводится под системную область. После форматирования компакт-диска с ним можно работать практически так же, как с винчестером или дискетой: создавать, удалять, перемещать или копировать файлы и папки. Все операции записи выполняются в пределах одной сессии, но на разных дорожках. Сессия не закрывается, поэтому диск не может быть прочитан в обычных устройствах чтения. Чтобы диск, записываемый в пакетном режиме, можно было прочитать не только в устройстве записи, сессия должна быть завершена.

**Multisession** – режим записи, позволяющий в дальнейшем добавлять информацию на компакт-диск. Каждая сессия содержит информацию начала сессии (*lead-in*), затем данные и информацию о конце сессии (*lead-out*). При записи в режиме мультисессии, информация о структуре предыдущих записей копируется в новую сессию и может быть отредактирована. Таким образом, пользователь может уничтожить информацию о структуре уже ненужных или устаревших записей, не включив её в новую таблицу содержания (TOC – Table Of Content). При этом есть возможность "стирать" ненужную ему информацию с компакт-диска, хотя на самом деле физически она продолжает оставаться на диске. Такая "скрытая" информация может быть восстановлена с помощью специального программного обеспечения.

## 2.6. Режимы записи DVD-дисков

Режим записи DVD во многом определяется типом носителя.

**DVD-RAM.** Диски этого типа существенно отличаются от обычных перезаписываемых DVD. В работе они во многом напоминают обычные магнитные или магнитооптические дискеты. Во время форматирования DVD-RAM, используемого для полной очистки диска, происходит только инициализация файловой системы, поэтому оно выполняется очень быстро. Возможность доступа к произвольному участку диска обеспечивает запись и удаление данных без переформатирования. Этап "финализации" отсутствует.

**DVD-R** – диски DVD-R поддерживают два режима, один которых – DAO, аналогичен соответствующему режиму записи компакт-дисков, а второй – "*Incremental Write*" (накопительная запись), является характерным для DVD.

В режиме DAO запись вступительной зоны, данных и завершающей зоны выполняется в течение одной сессии. После этого производится финализация. Для совместимости с бытовыми проигрывателями диски в форматах DVD-Video и DVD-Audio должны записываться в этом режиме.

Режим накопительной записи напоминает мультисессионный режим записи компакт-дисков. В этом случае данные могут быть записаны на диск в течение нескольких сессий, постепенно «накапливаясь» на диске. Минимальный объем блока записываемых данных составляет 32 Кбайт. Служебная информация наносится на диски в процессе производства, поэтому этап форматирования не нужен.

**DVD-RW.** Перед записью диск DVD-RW форматируется, в процессе которого на нем формируется последовательность секторов для записи данных. Форматирование выполняется довольно долго (сравнимо со временем записи всего диска). Особенность дисков DVD-RW состоит в том, что они допускают только последовательную запись, то есть данные могут размещаться лишь в соседних, расположенных один за другим, секторах. Чтобы диск DVD-RW можно было использовать в бытовом проигрывателе, необходимо

выполнить операцию финализации. На диск DVD-RW можно дописывать данные, но внесение изменений после финализации невозможно – диск необходимо форматировать, что приводит к удалению всех данных.

**DVD+RW.** Особенностью дисков DVD+RW является технология бесшовного связывания, благодаря которой процесс записи может быть продолжен с того места, где он был остановлен, с очень высокой точностью. Это обеспечивает дискам DVD+RW режим записи с произвольным доступом. Другим доступным режимом является режим последовательной записи. Перед записью диск DVD+RW тоже необходимо форматировать, но, в отличие от дисков DVD-RW, форматирование занимает всего несколько минут.

**DVD+R.** Диски DVD+R поддерживают режимы DAO и "Incremental write". Служебная информация наносится на диски в процессе производства, поэтому этап форматирования не нужен.

## 2.7. Файловые системы оптических дисков

На оптическом диске одновременно могут находиться видео- и звукозаписи, компьютерные программы и данные, фотографии и сканированные изображения. В связи с этим содержимое диска накладывает определенные ограничения на его файловую систему и для обеспечения совместимости с компьютерными приводами и бытовыми проигрывателями необходимо следовать установленным стандартам, рассмотренным ниже.

**Диски данных.** Оптический диск с данными является наиболее общим форматом. Поскольку любая запись в конечном итоге представляет собой последовательность двоичных единиц и нулей, диском данных можно назвать любой оптический диск. Тем не менее, этот термин закреплен за дисками, на которых записаны объекты файловой системы: файлы и папки (каталоги), предназначенные для использования на компьютере. Для организации дискового пространства на дисках данных используется несколько файловых систем, наиболее распространенными среди которых являются ISO 9660, Joliet и UDF.

**ISO 9660** – эта файловая система регламентируется одноименным международным стандартом. Целью стандарта является обеспечить совместимость носителей под разными операционными системами. Стандартом определено три уровня, каждый последующий из которых является расширением предыдущего.

*Уровень 1* указывает, что каждый файл записывается, как последовательный непрерывный поток данных; глубина вложенности каталогов ограничена восемью уровнями, включая корневой; длина имен каталогов и файлов – не более восьми символов; длина расширений имен файлов – не более трех символов. Кроме того, в именах можно использовать символы из базового набора кодовой таблицы ASCII: только цифры, английские буквы и знак подчеркивания в качестве заменителя пробела. Максимальный размер файла в стандарте ISO 9660 ограничен 2 Гб. *Уровень 2* допускает имена файлов длиной до 31 символа, но общая длина спецификации файла, включая имена каталогов, не должна превышать 255 символов. *Уровень 3* поддерживает несколько сессий и рассчитан на пакетную запись; при этом файлы на диске могут быть фрагментированы.

За счет соблюдения указанных правил формат ISO 9660 обеспечивает максимальные возможности переноса данных между компьютерами с различными операционными системами.

Чтобы преодолеть ограничения файловой системы ISO 9660, фирма Microsoft предложила файловую систему **Joliet**. В ней реализована поддержка длинных имен файлов и папок, а также кодовой таблицы Unicode, что открывает возможность использования в именах символов национальных алфавитов. Диски с такой файловой системой предназначены для компьютеров, работающих под управлением операционных систем семейства Windows.

Указанные файловые системы могут быть использованы на диске одновременно. Все необходимые для обеспечения совместимости преобразования обычно выполняет программа



записи. Диск с файловой системой ISO 9660 и Joliet может быть записан в режиме DAO или TAO.

**UDF** (Universal Disc Format – универсальный дисковый формат) – это файловая система, предназначенная для записи в пакетном режиме. При использовании этой файловой системы до начала записи диск необходимо отформатировать. Файловая система UDF позволяет записывать файлы объемом более 4 Гб и является стандартной для DVD.

**El Torito** – файловая система для загрузочного оптического диска, предназначенного для запуска с него ядра операционной системы. Для активации загрузки с оптического диска необходимо предварительно включить соответствующий режим в настройках базовой системы ввода-вывода (BIOS). Помимо раздела типа ISO 9660 или Joliet, в котором находятся файлы операционной системы, а также другие папки и файлы, на таком диске присутствует *загрузочный раздел*, содержимое которого определяет, какое устройство будет эмулировать оптический диск (дискету или жесткий диск).

В случае эмуляции дискеты BIOS рассматривает оптический диск как дискетный привод и присваивает ему идентификатор A:. Объем загрузочных данных (т.е. файлов операционной системы) ограничивается емкостью эмулируемой дискеты (возможные варианты: 1,2 Мбайт, 1,44 Мбайт и 2,88 Мбайт). Доступ к остальной части диска обеспечивается загрузкой с эмулированной дискеты драйвера накопителя.

В случае эмуляции жесткого диска BIOS расценивает оптический диск как жесткий диск и присваивает ему идентификатор "C:". Объем загрузочных данных в таком случае ограничен емкостью оптического диска.

Существует также третий вариант загрузки – без эмуляции. В этом случае последовательность действий полностью определяется считываемой с загрузочного диска программой. Область применения этого варианта ограничена.

**Аудиодиски.** Аудиодиски (Audio CD) содержат звуковые файлы и рассчитан на воспроизведение в стационарных и мобильных проигрывателях. Популярные сегодня диски звукозаписей в формате mp3, по сути, представляют собой диски данных, о которых шла речь в предыдущем разделе. Базовым форматом аудиодиска является CD-DA.

**CD-DA** – "Compact Disk-Digital Audio" – исторически первый формат записи аудиоданных на компакт-диск, который фактически является прародителем всех остальных форматов записи CD. Диск CD-DA содержит одну-единственную сессию не более 99 дорожек и совместим со всеми проигрывателями. Звуковые данные имеют разрядность 16 бит и частоту дискретизации 44,1 кГц.

**CD-Extra** – формат, известный также под наименованием "Enhanced CD – "улучшенный компакт-диск". В отличие от диска типа CD-DA диск CD-Extra содержит две сессии: в первой размещаются дорожки звукозаписи, а во второй – файлы данных, в которых могут храниться фотографии исполнителей, дискография, тексты песен и другая дополнительная информация. Доступ к ней возможен, когда диск используется на компьютере. Звукозапись доступна как при воспроизведении на компьютере, так и на бытовом проигрывателе.

Некоторые приводы CD-ROM воспринимают диски CD-Extra как диски типа CD-DA, потому что на первой дорожке первой сессии записаны аудиоданные, а поскольку на дисках CD-DA записывается одна сессия, накопитель не ищет другие.

**CD-Text** – это дополнение формата CD-DA, в котором каналы дополнительного кода R-W используются для хранения текстовой информации: названия альбома и исполнителя, названий музыкальных произведений и тому подобных сведений. Информацию из подканалов могут считать не все приводы для компакт-дисков, но звукозапись с такого диска воспроизводится ими без проблем.

**CD-G (CD-Graphics)** – диски такого типа чаще называются "дисками караоке". В формате CD-G в каналы дополнительного кода R-W записывается информация, воспроизводимая одновременно со звуковыми дорожками – текст песни, выводимый на

экран телевизора или компьютера. Для воспроизведения дисков в этом формате необходимо устройство с поддержкой функции "караоке".

**Mixed mode CD** – это диск смешанного формата, он записывается в режиме DAO, но содержит несколько дорожек. Первая дорожка – данные, предназначенные только для компьютера (например, компьютерная игра). Все последующие дорожки содержат звукозаписи. Они воспроизводятся в качестве фоновой музыки. Бытовые проигрыватели прошлых лет выпуска могли зайти в тупик при попытке проиграть диск смешанного формата, поскольку первая дорожка не содержит аудиоданных. Современные устройства обычно легко распознают диски данного типа.

**SACD** – ("Super Audio CD") – относительно новый формат звукозаписи. Его преимущество основано на более совершенном методе кодирования звука DSD (Direct Stream Digital – прямой цифровой поток), использующем более высокую частоту дискретизации (более 44,1 кГц) и исключаящую предварительную обработку перед записью. SACD обеспечивает многоканальную запись звука (до шести каналов). Запись дисков в этом формате "в домашних условиях" пока не предусмотрена.

**DVD-Audio**. С появлением DVD носителей, имеющих большую емкость, чем CD, открылись новые возможности звукозаписи. Формат DVD-Audio поддерживает многоканальную запись звука с повышенной разрядностью (до 24 бит) и частотой дискретизации (до 192 кГц). Улучшенные параметры представления цифрового сигнала обеспечивают значительное расширение воспроизводимой полосы частот и динамического диапазона.

**Видеодиски и диски с фотографиями** предназначены для записи видеофильмов и хранения больших массивов графических файлов. Существует ряд разновидностей дисков данного типа.

**VideoCD (VCD)** – Предназначен для записи видео- и аудиоинформации в формате MPEG-1 с потоком данных 1150 Кбит/с. Стандартные разрешения и частота кадров зависят от системы записи. Разрешение в системе PAL составляет 352x288 пикселей при частоте 25 кадров в секунду. Для системы NTSC – 352x240 пикселей при частоте 30 кадров в секунду. При этом возможно использовать нестандартные значения разрешений и частот, но в ущерб совместимости с проигрывателями. Формат VideoCD позволяет разместить на одном диске до 74 минут видео в сопровождении стереозвука. Сжатие звука производится по алгоритму MPEG layer 2, обеспечивая качество хуже, чем популярный формат mp3.

**Super VideoCD** – данный формат является значительно усовершенствованной версией формата Video CD. Улучшена работа с субтитрами, караоке и объемным звуком, но главное отличие заключается в использовании алгоритма компрессии MPEG-2 и переменного потока данных (до 2600 Кбит/с). На компакт-диск Super VideoCD помещается от 35 до 74 минут видео. Стандартное разрешение записи в системе PAL составляет 480x576 пикселей при частоте 25 кадров в секунду; для NTSC – 480x480 при частоте 30 кадров в секунду. Использование нестандартных разрешений может приводить к несовместимости с проигрывателями.

**DVD-Video** – данный формат предусматривает алгоритм сжатия MPEG-2. В отличие от формата Super VideoCD значительно увеличена интенсивность поток данных (на некоторых дисках он превышает 10 Мбит/с). Количество каналов звука увеличено до шести (система 5.1), благодаря чему появляется возможность предложить на выбор несколько вариантов озвучивания. Например, в отреставрированном фильме может быть сохранена оригинальная звуковая дорожка и добавлена новая, с объемным звуком, или фильм может иметь несколько версий звука на разных языках. Формат DVD-Video обеспечивает очень гибкое управление просмотром фильма, доступ к дополнительным материалам и защиту от копирования.

**Kodak PhotoCD** – формат разработан совместно компаниями Kodak и Philips в 1990 году. Записываемые в формате CD-ROM XA Mode 2 Form 1 диски PhotoCD служат для хранения отсканированных изображений с 35-мм фотопленки (до 100 кадров).

Предусмотрено постепенное пополнение диска новыми фотографиями (т.е. диск является мультисессионным). Каждый снимок может записываться в одном из пяти разрешений: 128x192, 256x384, 512x768, 1024x1536 и 2048x3072 пикселей. Глубина представления цвета – 24 бита на пиксель, но предусмотрены режимы отображения в палитре из 256 цветов или оттенков серого.

## 2.8. Программное обеспечение записи на оптические диски

На раннем этапе развития технологии записи дисков CD-R и CD-RW в пользовательских условиях применялись консольные программы, активируемые из командной строки операционной системы. Так, существует кросс-платформенный набор программ для ОС семейства Windows и UNIX, содержащий следующие базовые компоненты:

- CDRECORD (DVDRECORD) – программа записи предварительно созданного образа оптического диска на носитель;
- MKISOFS – программа формирования образа оптического диска в формате ISO, предназначенного для последующей записи на носитель;
- CDRDAO – программа записи информации на оптический диск в режиме DAO (программа CDRECORD записывает данные на оптический диск в режиме TAO или SAO – Session At Once).

Для облегчения пользования уже упомянутыми консольными программами была разработана графическая оболочка XDuplicator. В настоящее время консольные программы для записи CD и DVD еще существуют с целью автоматизации работы с компакт-дисками в рамках командных файлов (сценариях) операционных систем.

В операционных системах семейства Microsoft Windows функция записи данных на оптические диски впервые появилась в Windows XP (2001 г.). В последующих операционных системах Windows Vista (2006 г.), Windows 7 (2009 г.) и Windows 8 (2013 г.) функции записи на компакт-диски существенно расширились и усовершенствовались. Так, например, в последних версиях Windows присутствует возможность записи двухслойных DVD, а также дисков BD.

На рис. 7.2 показано окно ОС Windows XP "Оборудование", в котором отображаются параметры привода оптических дисков с идентификатором G:. Если в приводе будет установлен диск, то в этом окне будут отображаться и свойства диска: идентификатор, свободная емкость диска и объем записанной информации. Окно "Запись", пример которого показан на рис. 7.3 содержит параметры записи данных, установленные для данного привода.

Однако стандартные средства операционных систем для записи данных на оптические диски являются недостаточно неудобными, поэтому в настоящее время для записи оптических дисков многими пользователями применяются специальные многофункциональные программы и пакеты программ с интерактивным графическим интерфейсом с пользователем. Эти программы предоставляют пользователям более удобные функциональные возможности для оперирования с компакт-дисками по сравнению со стандартными возможностями операционных систем. Для ОС семейства Windows разработано несколько десятков программных средств, различающихся набором поддерживаемых основных и вспомогательных функций, особенностями взаимодействия с пользователем, условиями распространения и стоимостью.

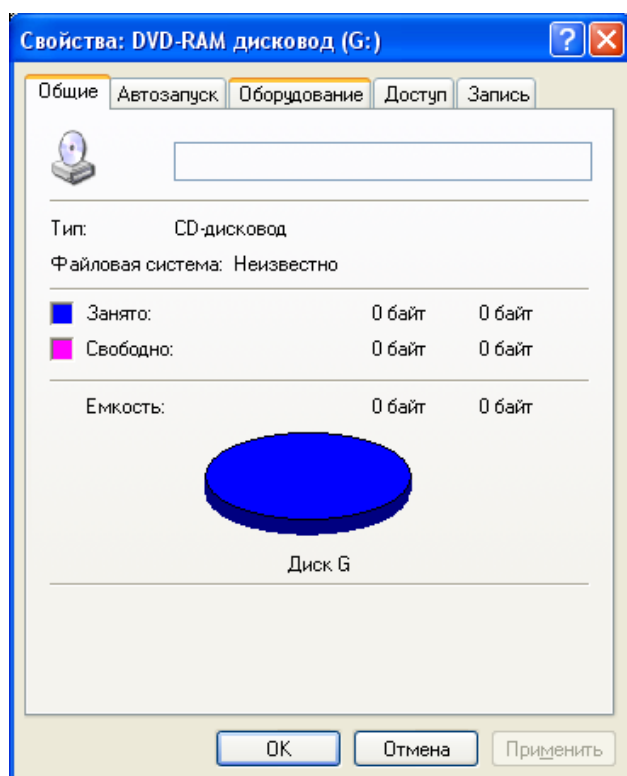


Рис. 7.2 Окно "Оборудование"

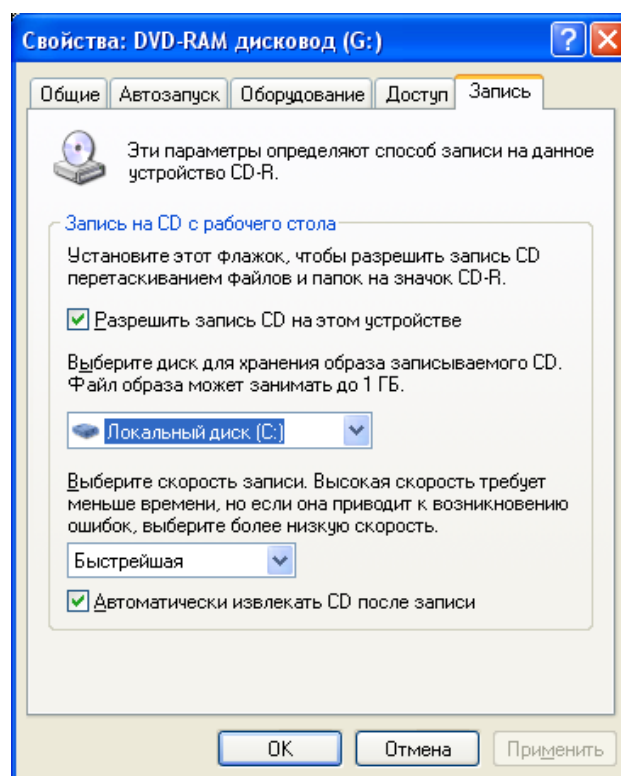


Рис. 7.3 Окно "Запись"

Перечислим далее наиболее известные и популярные универсальные программные средства для записи данных на оптические диски с данными (в скобках указаны наименования их разработчиков).

Коммерческие и условно-бесплатные программы (shareware):

Active@ Data CD/DVD Burner (разработчик – LSoft Technologies Inc.);  
 Alcohol 120% (разработчик – Alcohol Software);  
 Ashampoo Burning Studio (разработчик – Ashampoo Software);  
 BurnAware Professional Edition (разработчик – Glory Logic Software);  
 CopyTo, CopyToCD, CopyToDVD (разработчик – VSO-Software);  
 CyberLink Power2Go (разработчик – CyberLink Corp.);  
 Easy Media Creator, Roxio Burn (разработчик – Roxio Software);  
 Nero Burning ROM (разработчик – Nero AG);  
 StarBurn, Grab&Burn (разработчик – Rocket Division Software).

Бесплатные программы (типа freeware, adware и donationware):

7Burn – Burning Studio (разработчик – RCPsoft);  
 Active@ ISO Burner (разработчик – LSoft Technologies Inc.);  
 Alcohol 120% Free, Alcohol 52% Free (разработчик – Alcohol Software);  
 AstroBurn Lite (разработчик – Disk-Software);  
 Burn4Free (программист Симоне Тасселли);  
 BurnAware Free Edition (разработчик – Glory Logic Software);  
 CDBurnerXP (разработчик – SkySoftware);  
 DeepBurner (разработчик – Astonsoft Ltd);  
 Express Burn (разработчик – NCH Swift Sound);  
 Free Disc Burner (разработчик – DVDVideoSoft);  
 Free Easy Burner (разработчик – KoyoteSoft);

Hanso Burner (разработчик – Hanso Tools);  
 ImgBurn (разработчик – LIGHTNING UK);  
 InfraRecorder (программист Кристиан Киндал);  
 Nero Burning ROM Free, Nero Kwik Media (разработчик – Nero AG);  
 StarBurn Free (разработчик – StarBurn Software Ltd.);  
 Tiny Burner (разработчик – Softland SRL).  
 Totally Free Burner (разработчик – DanDans Digital Media);  
 True Burner (разработчик – Glorylogic);

Такое обилие программных средств записи информации на компакт-диски объясняется широкой унификацией и стандартизацией форматов хранения данных и приводов компакт-дисков, а также наличием свободно распространяемых библиотек программного обеспечения, предназначенного для записи данных на компакт-диски. Поэтому авторами многих программ записи информации на оптические диски являются не только компании программистов, но и отдельные программисты.

Несмотря на чрезвычайное многообразие, рассматриваемые программные продукты в основном выполняют одни и те же базовые функции по созданию дисков типа CD-Data и DVD-Data, а именно:

- создание проекта для записи, в который включаются файлы и каталоги, подлежащие записи на оптический диск;
- активация процедуры записи проекта на диск;
- очистка перезаписываемых оптических дисков;
- копирование оптических дисков с созданием файла образа диска в стандартном или специальном формате;
- сбор служебной информации о компакт-диске;
- управление лотком привода (выдвижение, загрузка).

Более функционально насыщенные программы позволяют также:

- извлекать информацию с аудио и видео компакт-дисков;
- записывать компакт-диски с аудио- и видеоинформацией;
- создавать виртуальные приводы компакт-дисков;
- создавать проекты обложек для компакт-дисков;
- записывать информацию на диски в режимах *Light Scribe* и *Label Flash*.

Далее рассмотрим основные операции записи файлов на оптические диски, а также специальные операции по их администрированию.

## 2.9. Типовые операции записи данных на оптические диски

Последовательность действий пользователя для осуществления записи файлов на оптические диски рассмотрим на примере бесплатно распространяемой программы **Small CD-Writer**. Данная программа является российской разработкой и имеет русскоязычный интерфейс. Версия 1.4 данной программы реализована в виде одного программного файла **SCDWriter.exe** размером 420864 байт. В процессе своей работы программа **Small CD-Writer** создает конфигурационный текстовый файл **scdwriter.ini** размером около 100 байт, в котором сохраняются текущие режимы работы программы. Основные возможности данной программы:

- Поддержка файловой системы ISO 9660 и её расширения Joliet (но отсутствует поддержка файловой системы UDF, нет возможности записи файлов размером более 2 Гбайт).
- Запись данных на записываемые CD и DVD диски и в ISO-образы (поддержки двухслойных дисков DVD-R DL нет).
- Запись ISO-образов на записываемые CD и DVD диски.
- Создание ISO-образов с существующих CD и DVD дисков.

- Удаление данных с перезаписываемых CD и DVD дисков.
- Поддержка мультисессионности (импорт списка файлов предыдущей сессии и опциональная финализация диска).
- Возможность посмотреть список файлов любой выбранной сессии существующего диска с возможностью извлечения файлов, даже если в системе он определился как пустой.
- Создание загрузочных дисков.
- Создание, редактирование, сохранение и загрузка списка файлов (управление проектом диска).
- Возможность удобного добавления файлов в проект из проводника Windows через контекстное меню "Отправить → Small CD-Writer"

Программа **Small CD-Writer** не требует процедуры установки (инсталляции) в операционную систему и не использует дисковую память для временного хранения данных, подлежащих записи на компакт-диск. Программа предусматривает также автоматическое определение пишущего привода и поддерживаемой им скорости записи.

На рис. 7.4 представлено главное окно данной программы. На главном окне программы можно выделить следующие элементы: верхнее меню, левое окно, правое окно, которое содержит три элемента, и нижняя информационная строка.

В информационной строке отображается идентификатор привода, с которым в данное время работает программа.

Левое окно имеет заголовок **"Файлы проекта"**, в нем отображается структура папок и файлов, которые должны быть записаны на компакт-диск.

Верхнее меню содержит пять закладок: **"Проект"**, **"Вид"**, **"Диск"**, **"Опции"**, **"?"**.

Закладка **"?"** предназначена для отображения справочной информации о программе и ее разработчике.

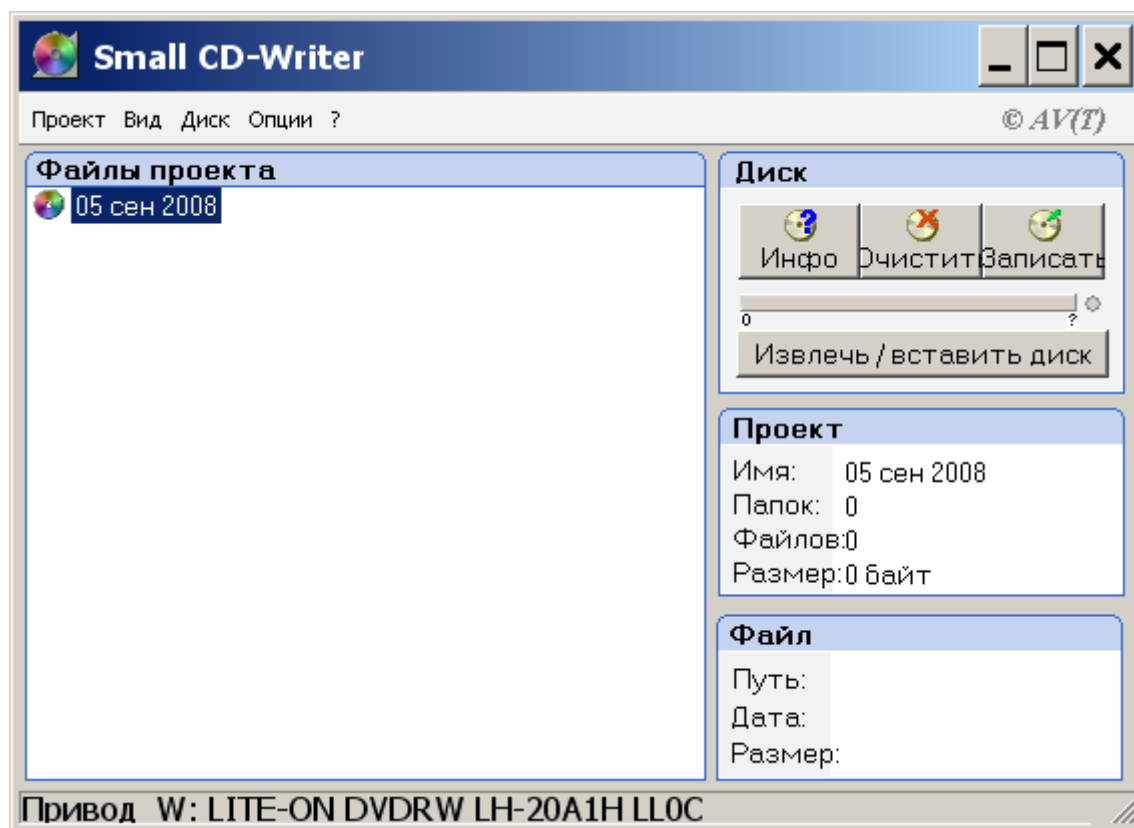


Рис. 7.4. Главное окно программы Small CD-Writer

Правое окно с наименованием **"Диск"** содержит три зоны. В верхней зоне расположены четыре командные кнопки **"Инфо"**, **"Очистить"**, **"Записать"** и

**"Извлечь/вставить диск"**. В этой же зоне располагается индикатор размера проекта относительно объема доступной памяти на компакт-диске. Если размер проекта не превышает объема компакт-диска, индикатор имеет зеленый цвет. Та часть проекта, которая превышает доступную емкость диска, отображается красным цветом.

Командная кнопка **"Извлечь/вставить диск"** позволяет выдвинуть закрытый прежде лоток (трей) привода компакт-диска. Нажатие этой кнопки при выдвинутом лотке привода позволяет вернуть лоток в исходное положение. Функция **"Извлечь/вставить диск"** для приводов ноутбуков обычно работает только на выдвижение лотка, возврат лотка привода в исходное положение в этом случае пользователь производит вручную.

Командная кнопка **"Инфо"** позволяет вывести информацию о структуре информации, записанной на компакт-диск. После ее нажатия на экране появляется окно **"Информация о диске"**, в котором отображается следующая информация:

- тип диска;
- относительная скорость записи информации;
- количество записанных сессий;
- размер выбранной сессии;
- свободный объем компакт-диска;
- количество папок и файлов в сессии;
- наименование сессии, установленное при ее записи;
- дата и время записи;
- идентификатор (метка) тома, назначенный при записи данных;
- дополнительная информация об авторских правах владельца записанной информации (Рис. 7.5).

Установив курсор мыши на символ "+", пользователь может раскрыть дерево каталогов сессии. Установив курсор мыши на строку **"Сессия ..."** и нажав на правую кнопку мыши, пользователь может извлечь на жесткий магнитный диск каталоги и файлы сессии. Сессия может быть скопирована на жесткий диск целиком либо могут быть сохранены только отдельные ее элементы.

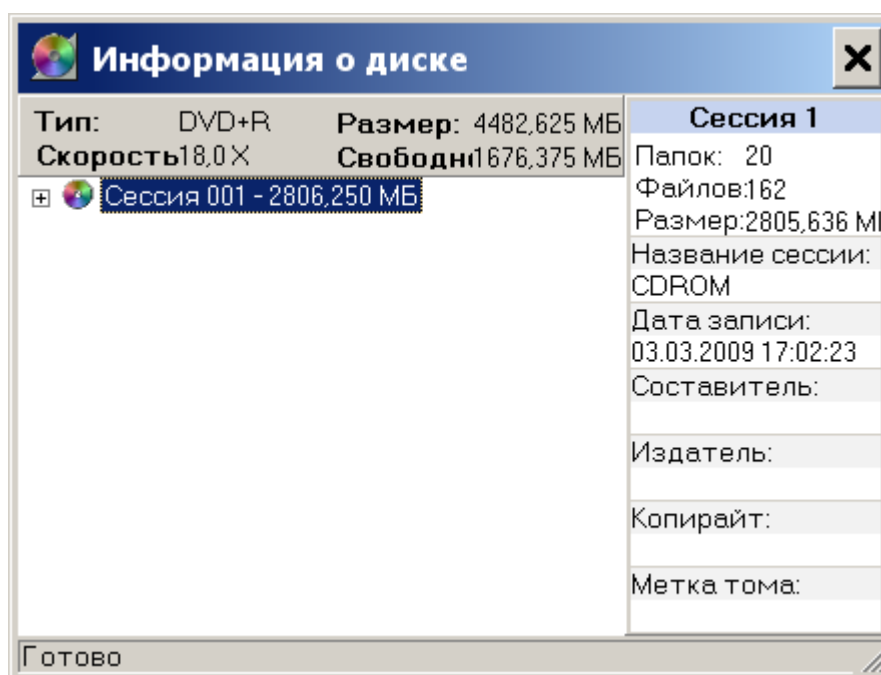


Рис. 7.5. Пример окна **"Информация о диске"**

В приведенном на рис. Хх примере видно, что диск типа DVD+R содержит только одну сессию с примерным объемом 2806 Мбайт, содержащую 20 папок (каталогов) и 162 файла.

При нажатии в главном окне программы командной кнопки **"Очистить"** тоже появляется окно с элементами диалога (Рис. 7.6). Выпадающее меню **"Скорость"** позволяет выбрать относительную скорость выполнения очистки перезаписываемого диска типа CD-RW или DVD-RW. По умолчанию программа предлагает минимально возможную скорость стирания для выбранного привода и диска. Командная кнопка **"Быстрая очистка"** позволяет очистить только системную область диска. Командная кнопка **"Полная очистка"** позволяет включить режим удаления всей информации с компакт-диска, при этом время этой операции равно полному времени записи данных на диск для выбранной скорости.

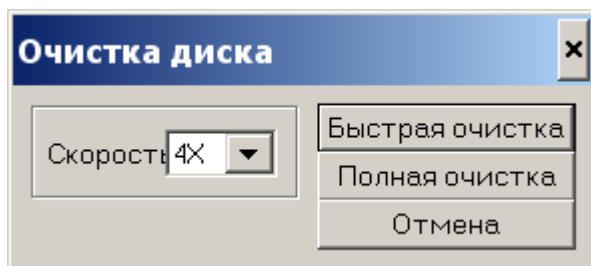


Рис. 7.6. Окно удаления данных с перезаписываемого диска

Во время очистки перезаписываемого диска на экран выводится окно с индикатором прогресса выполнения данной операции (рис 7.7).

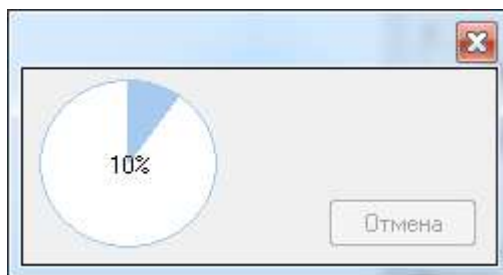


Рис. 7.7. Индикатор прогресса очистки перезаписываемого диска

При нажатии в главном окне программы командной кнопки **"Записать"** и при условии, что в приводе установлен соответствующий диск, на экран будет выведено окно **"Запись диска"** (рис. 7.8). Пользователю будет предложено выбрать одно из трех действий:

- **"Продолжить последнюю сессию"**, при этом данные, записанные на диск ранее, будут связаны с новыми данными;

- **"Создать новую сессию"**, при этом, все данные записанные на диск ранее, станут невидимыми при последующей эксплуатации таких дисков (однако ранее записанные данные физически не уничтожаются и могут быть извлечены с диска с помощью специальной функции программы **Small CD-Writer**);

- **"Записать проект в файл ISO-образа"** – в этом случае данные будут записаны в файл на магнитном диске (пользователю будет предложено выбрать спецификацию файла образа диска). При этом наличие в приводе чистого диска не требуется.

Операция записи инициируется после нажатия командной кнопки **"Записать"**.



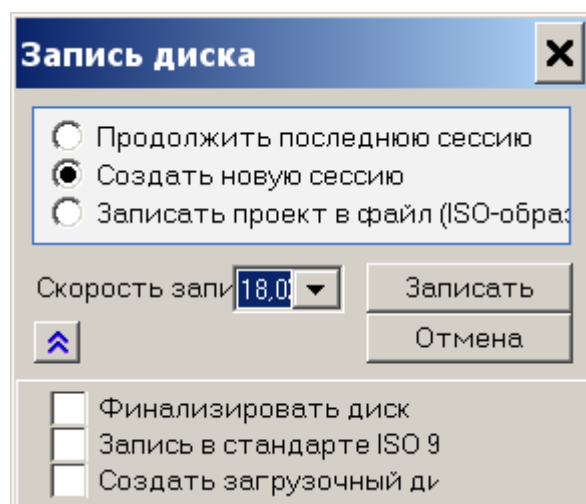


Рис. 7.8. Окно ввода параметров записи проекта

В окне "Запись диска" присутствует также меню выбора относительной скорости записи. Здесь же присутствуют три переключателя:

- **"Финализировать диск"** – после записи проекта дальнейшая запись на данный диск будет невозможна;
- **"Запись в стандарте ISO-9660"** – расширение Joliet для указанного стандарта не будет задействовано;
- **"Создать загрузочный диск"** – в этом случае пользователю будет предложено выбрать спецификацию файла-образа или загрузочную дискету, которые должны содержать системные файлы ядра операционной системы.

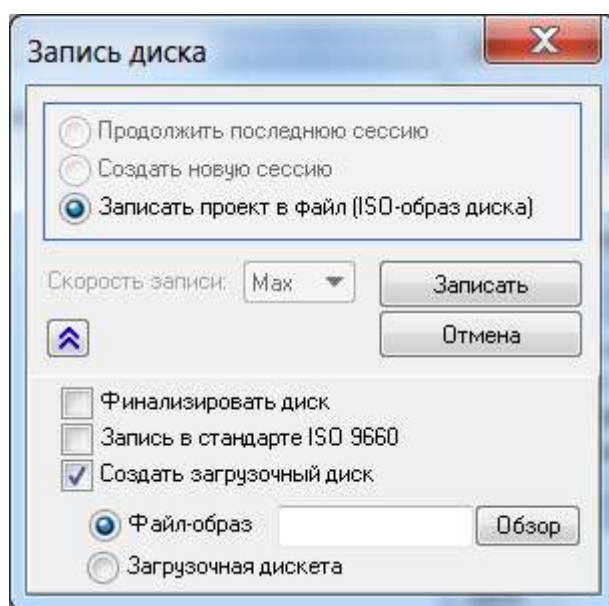


Рис. 7.9. Выбор дополнительных параметров для записи загрузочного диска

Если перед записью ISO-образа программа определит, что установленный в приводе диск уже заполнен данными, то экран будет выведено окно с соответствующим сообщением.

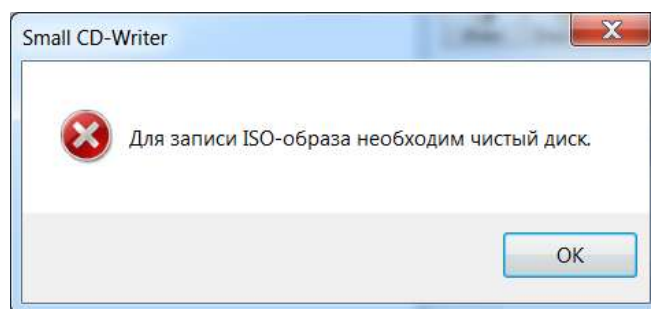


Рис. 7.10 Диагностическое сообщение программы

После выбора операции **"Запись ISO-образа"** и выбора спецификации файла образа на экран будет выведено соответствующее окно (рис. 7.11). Запись диска начнется после нажатия командной кнопки **"Записать"**.

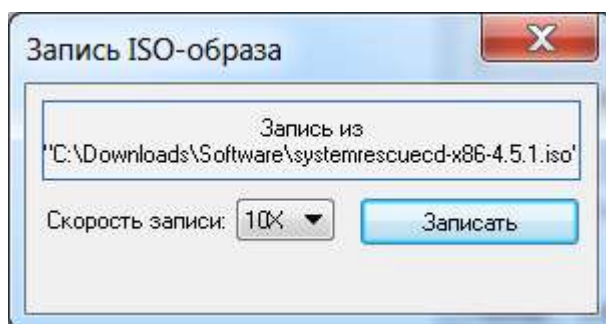


Рис. 7.11 Окно старта записи проекта

В процессе записи проекта или ISO-образа на оптический диск на экран выводится индикатор прогресса данной операции с указанием ориентировочного времени записи (рис. 7.12). С помощью командной кнопки **"Отмена"** можно принудительно отменить запись данных, однако после этого оптический диск может стать некондиционным.

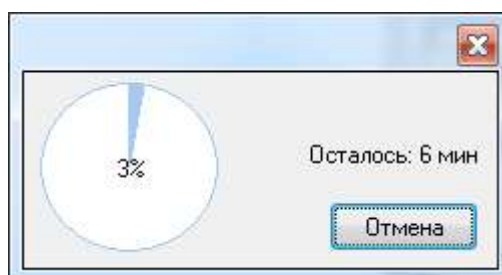


Рис. 7.12. Индикатор прогресса записи данных оптический диск

В конце операции записи происходит запись на диск системной информации и закрытие сессии, а также закрытие всего диска при выборе режима **"Финализация диска"** (рис. 7.13).

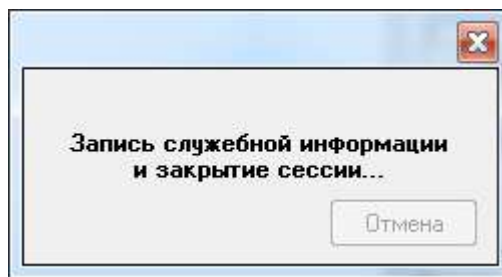


Рис. 7.13. Окно, выводимое в конце операции записи диска

Меню закладки **"Проект"** (рис. 7.14) позволяет пользователю выполнить следующие действия:

- **Открыть проект** – позволяет загрузить в программу Small CD-Writer информацию из специального файла с расширением \*.scw. Данный файл содержит сведения о тех каталогах и файлах, которые следует записать на компакт-диск;

- **Сохранить проект** – позволяет сохранить информацию о содержании проекта в специальный файл с расширением \*.scw. Операция сохранения данных о проекте в специальном файле позволяет выполнять тиражирование компакт-дисков одного и того содержания;

- **Добавить файлы** – позволяет добавить в проект отдельные выбранные файлы (для этого также можно использовать клавишу Ins);

- **Добавить папку** – позволяет добавить в проект папку с файлами (папка при этом может быть пустой). Данной операции соответствует также комбинация клавиш Ctrl+Ins;

- **Создать папку** – данная операция создает в проекте пустую папку, которую впоследствии можно заполнить файлами или другими вложенными папками с файлами;

- **Удалить из списка** – позволяет безвозвратно удалить из проекта выбранный объект – файл или папку (данной операции соответствует также комбинация клавиш Ctrl+Del);

- **Очистить весь проект** – данная операция позволяет безвозвратно удалить из проекта сразу все объекты;

- **Выход** – эта командная кнопка завершает работу с программой **Small CD-Writer** (для выхода из программы возможно также использование комбинации клавиш Alt+F4).

По умолчанию программа **Small CD-Writer** присваивает проекту в качестве идентификатора текущую дату.

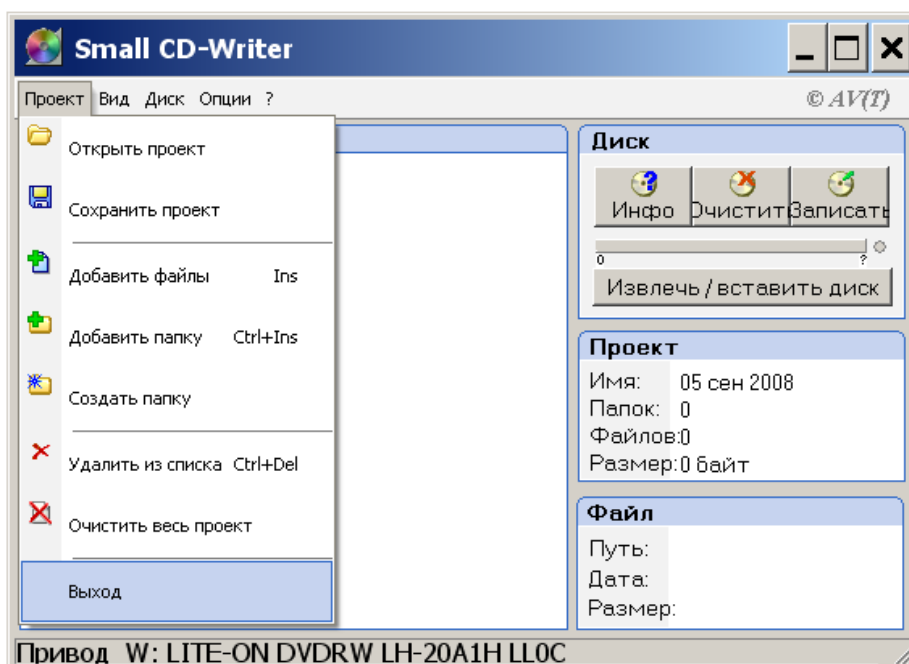


Рис. 7.14. Содержание закладки "Проект"

С помощью меню **"Вид"** пользователь может управлять отображением структуры проекта в окне **"Файлы проекта"** (рис. 7.15). Командная кнопка **"Показать файлы на диске"** позволяет отобразить расположение объектов, образующих проект для записи на оптический диск, во внешней магнитной памяти компьютера. Командная кнопка **"Развернуть все"** позволяет раскрыть в окне программы содержимое всех папок проекта, а командная кнопка **"Свернуть все"** – показать ранее раскрытые папки проекта в компактном виде. С помощью командной кнопки **"Обновить"** (ей соответствует "горячая" клавиша F5) возможно обновить содержание проекта после его модификации – добавления новых и удаления ненужных папок и файлов.

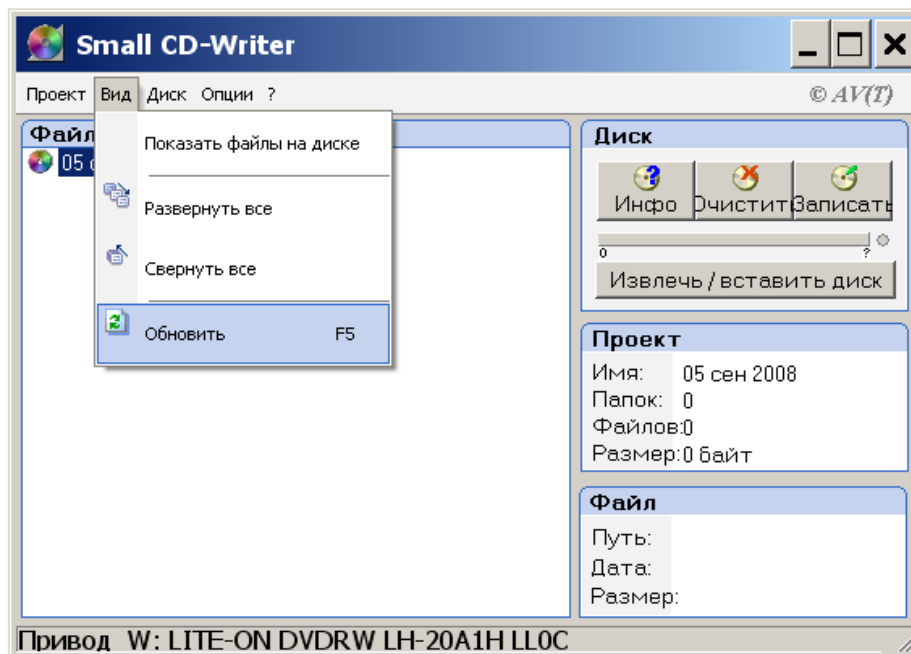


Рис. 7.15. Содержание закладки "Вид"

На рис. 7.16 показано содержание закладки **"Диск"**, которое содержит следующие командные кнопки:

- **"Выбор привода"** – позволяет выбрать тот привод оптического диска, для которого будут осуществляться какие-либо операции (если в вычислительной системе присутствует более одного физического или виртуального привода). На рис. 7.xx показан пример вложенного меню, которое раскрывается после нажатия данной командной кнопки;

- **"Проверить последнюю сессию"** – позволяет осуществить проверку качества записанной информации, записанной на многосессионный диск в последнюю очередь;

- **"Создать ISO-образ диска"** – позволяет создать образ оптического диска и записать его на магнитный диск. После нажатия этой командной кнопки пользователю будет предложено выбрать имя файла образа оптического диска (рис. 7.xx);

- **"Записать ISO-образ на диск"** – позволяет записать на оптический диск образ из файла на магнитном диске. После нажатия этой командной кнопки на экран будет выведено диалоговое окно с предложением пользователю выбрать файл образа оптического диска (Рис. 7.11);

- **"Извлечь/вставить"** – эта командная клавиша позволяет извлечь оптический диск из привода или загрузить диск в привод (данной операции соответствует также комбинация клавиш Ctrl+J).

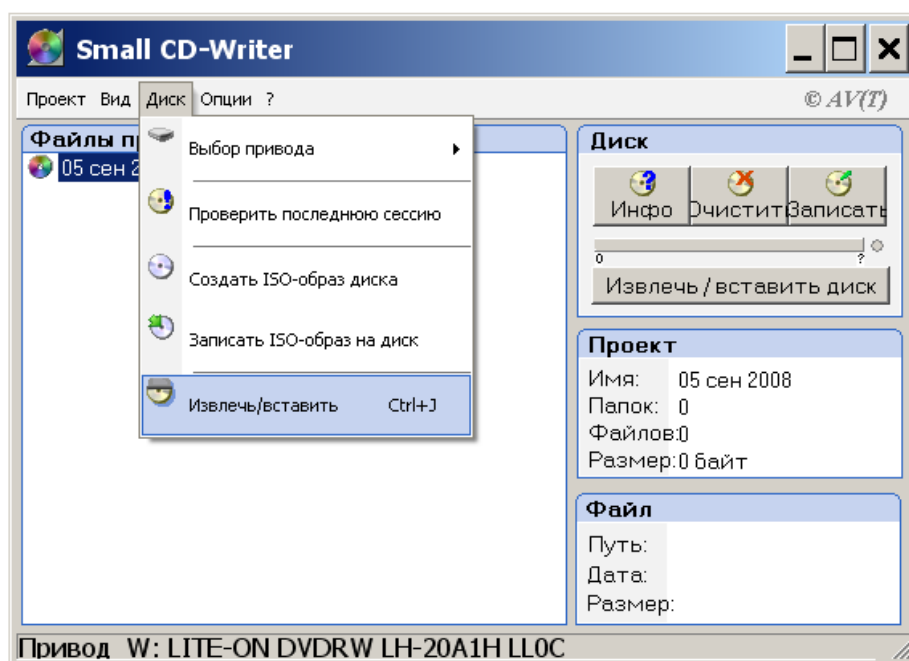


Рис. 7.16. Содержание закладки "Диск"

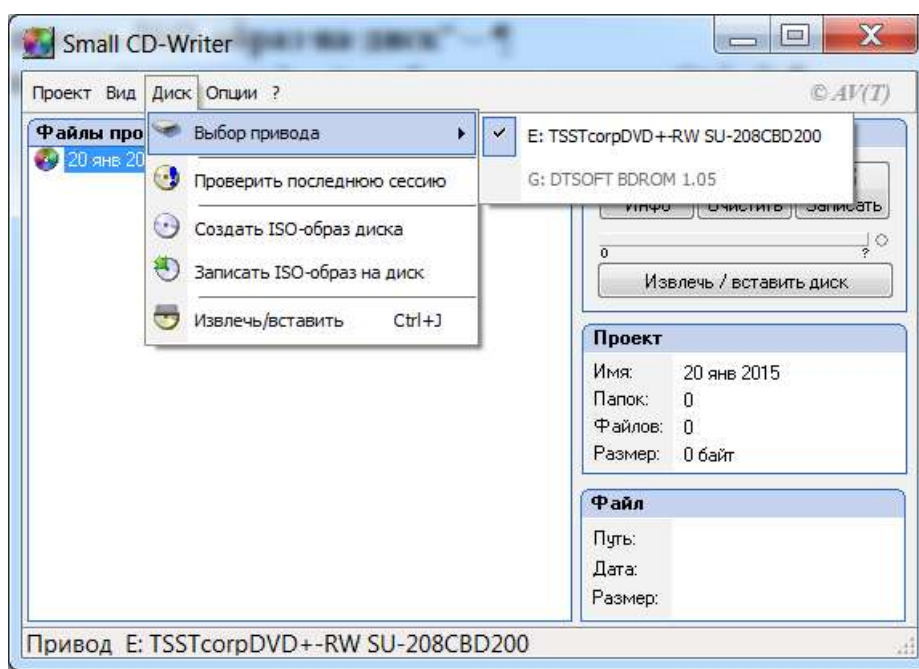


Рис. 7.17. Пример вложенного меню в закладке "Выбор привода"

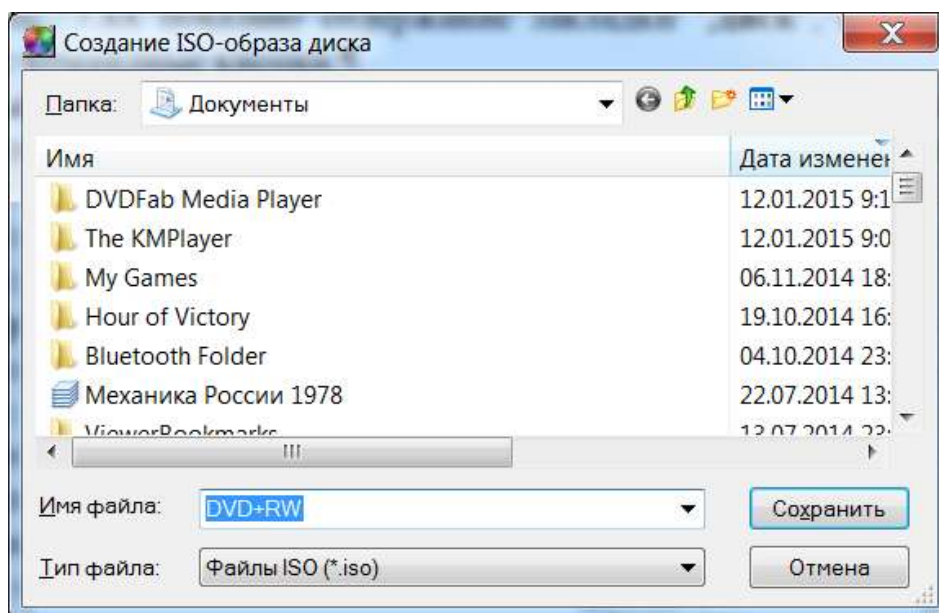


Рис. 7.18. Пример диалогового окна при выборе спецификации вновь создаваемого файла образа оптического диска

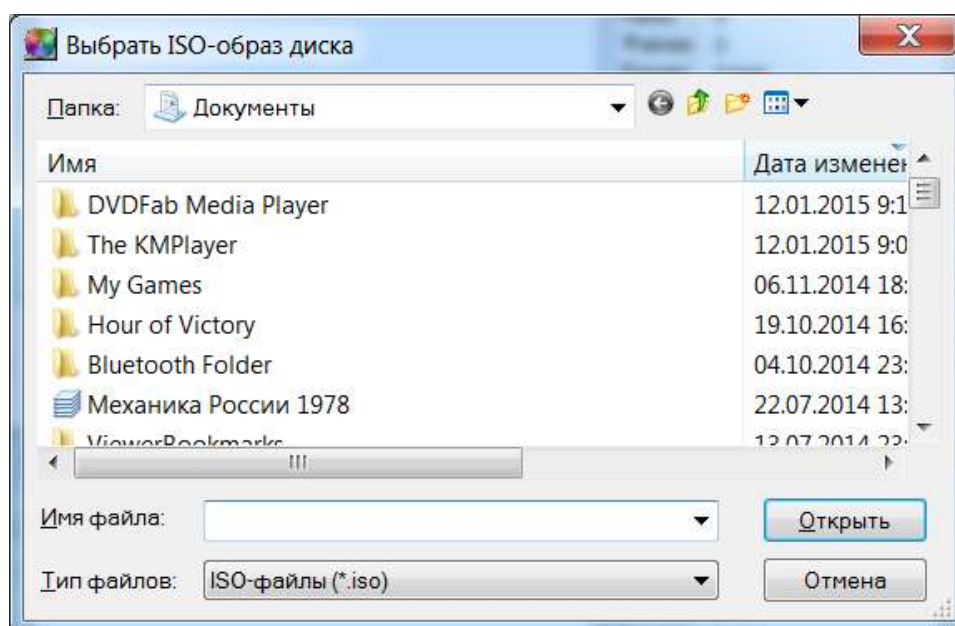


Рис. 7.19. Пример диалогового окна при выборе спецификации существующего файла образа оптического диска

На рис. 7.20 показано содержание закладки "Опции". С помощью этого можно включить или выключить режим проверки последней записанной сессии, а также включить или выключить режим извлечения диска из привода после записи на него информации. С помощью меню "Дополнительно..." пользователь может задать дополнительную информацию для записываемого проекта (рис. 7.21). Здесь же пользователь может задать количество повторов чтения сбойных секторов оптического диска (по умолчанию это число равно 10), а также включить режим интеграции функций программы **Small CD-Writer** в контекстное меню Проводника операционной системы Windows.

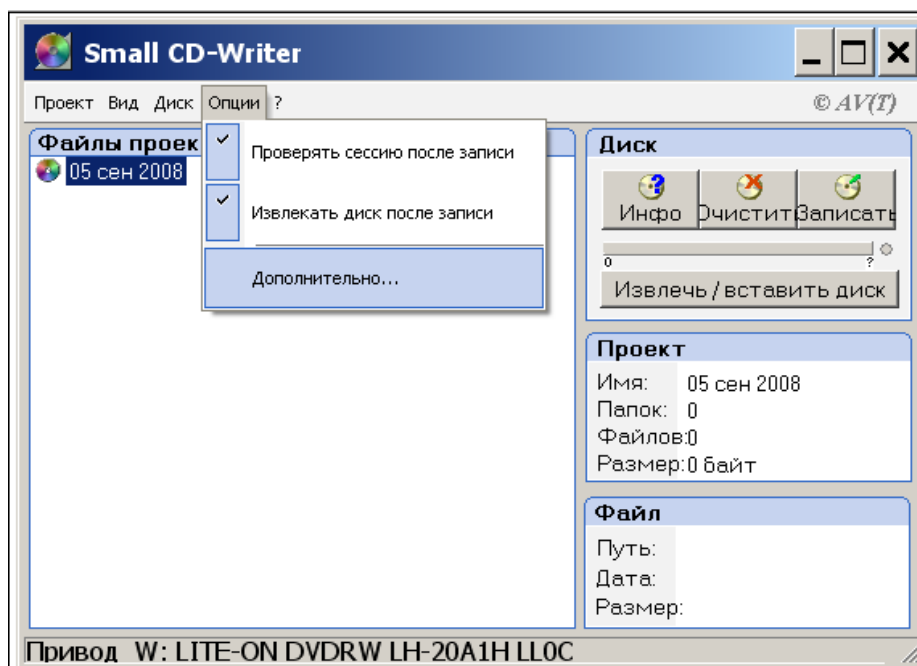


Рис. 7.20. Содержание закладки "Опции"

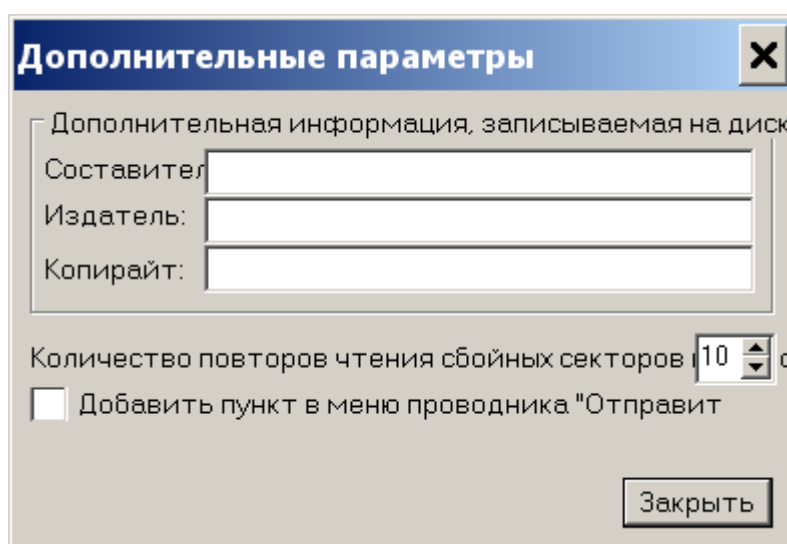


Рис. 7.21. Окно ввода дополнительных параметров

### 3. ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

IBM PC-совместимый компьютер, оснащенный приводом для записи компакт-дисков, операционная система типа Windows XP+, сервисные программы записи данных на оптические диски, операционная оболочка (файловый менеджер) типа Norton Commander, компакт-диски типа RW.

### 4. ЗАДАНИЕ НА РАБОТУ

Задание на лабораторную работу выдается каждому студенту в индивидуальном порядке. Оно содержит наименование программного средства записи данных на оптические диски.



## 5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

xl.ii. Ознакомиться с теоретическими положениями лабораторной работы, изучить устройство оптических дисков, методы записи и воспроизведения информации. Ответить на контрольные вопросы.

xl.iii. Уяснить содержание индивидуального задания, изучить литературные источники по технологии записи данных на оптические диски (в т.ч. электронные).

xl.iv. Самостоятельно найти в Интернете заданное программное средство записи данных на оптические диски.

xl.v. Установить на личном или учебном компьютере программу записи оптических дисков, изучить все ее функции и интерфейс.

xl.vi. Составить описание изучаемой программы, оформить его в виде отчета о проделанной работе.

xl.vii. Защитить отчет перед преподавателем с демонстрацией навыков работы с заданной программой или другой аналогичной программой.

Отчет по лабораторной работе выполняется на листах писчей бумаги формата А4. По согласованию с преподавателем отчет может быть оформлен в ученической тетради. Страницы отчета должны быть пронумерованы. Отчет должен содержать:

1. титульный лист, выполненный по общепринятому образцу;
2. текст индивидуального задания;
3. описание изучаемой программы, сопровождаемое копиями экранов процесса работы с программой;
4. выводы о работе изучаемой программы;
5. библиографический список использованных источников информации, выполненный по ГОСТ 7.1-84.

## 6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

215. Каково назначение компакт-дисков?
216. Составьте классификацию оптических дисков.
217. Какое устройство имеет компакт-диск?
218. Каким образом осуществляется запись информации на компакт-диски?
219. Каким образом осуществляется воспроизведение информации с оптических дисков?
220. Чем различаются компакт-диски типа R и RW?
221. Чем DVD отличается от CD?
222. Что такое диск DVD-R DL?
223. Чем BD отличается от DVD?
224. Каким образом повышается плотность записи на компакт-диске?
225. Какова структура хранения данных на компакт-диске?
226. Что такое "сессия" в оптическом диске?
227. Какие существуют режимы записи информации на CD?
228. Какие существуют режимы записи информации на DVD?
229. Какие существуют режимы записи информации на BD?
230. Какие файловые системы предусмотрены для CD?
231. Какие файловые системы предусмотрены для DVD?
232. Какие файловые системы предусмотрены для BD?
233. Что означает операция закрытия сессии?
234. Что означает операция закрытия (финализации) всего оптического диска?
235. Какими факторами определяется скорость записи данных на оптический диск?
236. Какие существуют режимы уничтожения данных на перезаписываемых оптических дисках?



237. Какими параметрами характеризуются приводы оптических дисков?

238. Какое программное обеспечение необходимо для записи информации на оптические диски?

239. Какие возможности предусмотрены в операционных системах Windows для записи данных на компакт-дисках?

240. Чем объясняется чрезвычайно широкое многообразие программных средств работы с компакт-дисками?

241. Существуют ли в настоящее время консольные программы (без графического интерфейса с пользователем) для работы с компакт-дисками?

242. Что такое образ оптического диска?

243. Какие существуют форматы образов оптических дисков?

244. Что означает термин "загрузочный компакт-диск"?

## 7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

65. Бахур В. Запись CD и DVD: профессиональный подход. – СПб.: Питер, 2006. – 566 с.

66. Белунцов В.О. Новейший самоучитель записи CD и DVD дисков / В.О. Белунцов. – М.: ТехБук, 2004. – 368 с.

67. Грошев С.В. Запись компакт-дисков: Экспресс-курс. / С.В. Грошев, А.О. Коцюбинский – М.: ТЕХНОЛОДЖИ-3000, 2002. – 256 с.

68. Гулятьев А.К. Запись CD и DVD: – СПб.: Питер, 2009. – 144 с.

69. Дьяконов В.П. Ноутбуки. Изучаем, работаем, развлекаемся. / В.П. Дьяконов. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2006. – 472 с.

70. Максимов Н.В. Аппаратные средства информатизации: Учебник. / Н.В. Максимов, Т.Л. Партыка, И.И. Попов. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2008. – 592 с.

71. Сарычев В.В. Запись CD и DVD своими руками / В.В. Сарычев. – СПб: БХВ-Петербург, 2005. – 400 с.

72. Троицкий М.З. Я люблю записывать диски CD-R/W и DVD±R/W – М.: Только для взрослых, 2004. – 384 с.

73. Филягин Г. Запись и копирование CD и DVD / Г. Филягин. – М.: Изд. дом "КомБук", 2004. – 304 с.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

### ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ НАКОПИТЕЛЯ НА ЖЕСТКИХ МАГНИТНЫХ ДИСКАХ

#### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Изучение принципов организации логических накопителей на "винчестерском" накопителе с целью приобретения навыков грамотной эксплуатации дисковой памяти персональных вычислительных систем.

#### 2. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Дисковая подсистема внешней памяти для большинства компьютеров является одной из важнейших. Именно на магнитных дисках чаще всего располагаются программные модули операционной системы и файлы пользователей. Практически все IBM-совместимые ПК и микроЭВМ имеют, как правило, один или два накопителя, а компьютеры специального назначения (сетевые серверы, графические станции и др.) могут содержать до восьми и более накопителей на жестких магнитных дисках (НЖМД). Для того чтобы можно было загрузить с дискового накопителя операционную систему, а уже с ее помощью организовать работу с программами и файлами, должны быть приняты специальные системные соглашения о логической структуре накопителя. Хранение данных на магнитном диске можно организовать различными способами. В IBM PC-совместимых компьютерах принят подход, при котором все пространство памяти физического накопителя делится, как правило, на несколько логических частей – *разделов* (partitions) (хотя накопитель можно и не делить на разделы). Деление НЖМД на разделы позволяет организовать на одном физическом устройстве несколько логических; в этом случае говорят о *логических дисках*. Отметим также, что не во всех операционных системах используется понятие логического диска. Так, UNIX-системы не используют понятия логических дисков.

Разделение всего дискового пространства на разделы полезно по нескольким соображениям. Во-первых, это структурирует хранение данных. Например, выделение отдельного раздела под операционную систему и программное обеспечение и другого раздела под данные пользователей позволяет отделить последние от системных файлов и не только повысить надежность системы, но и сделать более удобным ее обслуживание. Во-вторых, на каждом разделе может быть организована своя файловая система, что иногда бывает необходимо. Например, при установке операционной системы Linux нужно иметь не менее двух разделов, поскольку файл подкачки виртуальной памяти (страничный файл) должен располагаться в отдельном разделе. Наконец, в ряде случаев на компьютере может потребоваться установка более одной операционной системы.

Для того чтобы системное программное обеспечение получило информацию о том, как организовано хранение данных на каждом конкретном накопителе, нужно разместить в одном из секторов соответствующие данные. Даже если НЖМД используется как единственный *логический диск*, все равно нужно указать, что имеется всего один диск, и его размер. Структура данных, несущая информацию о логической организации диска, вместе с небольшой программой, с помощью которой можно ее проанализировать, а также найти и загрузить в оперативную память программу загрузки операционной системы, получила название *главной загрузочной записи* (Master Boot Record, MBR) или *главного загрузочного сектора*. MBR располагается в самом первом секторе НЖМД, то есть в секторе с координатами 0-0-1 (нулевой цилиндр – нулевая головка – первый сектор). Программа, расположенная в MBR, носит название *внесистемного загрузчика* (Non-System Bootstrap, NSB). Вследствие того, что сектор состоит только из 512 байт и помимо программы в нем должна располагаться информация об организации диска, внесистемный загрузчик очень прост по содержанию, а структура данных, называемая *таблицей разделов* (Partition Table, PT), занимает всего 64 байт.

Таблица разделов содержит четыре элемента. Структура записи элемента таблицы разделов приведена в табл. 1. Каждый элемент этой таблицы описывает один раздел, причем двумя способами: через координаты C-H-S (цилиндр-головка-сектор) начального и конечного секторов, а также через номер первого сектора в спецификации LBA (Logical Block Addressing) и общее число секторов в разделе. Спецификация LBA предусматривает сквозную одномерную нумерацию секторов, начиная с нуля. Каждый раздел начинается с первого сектора на заданных цилиндре и поверхности и имеет размер не менее одного цилиндра. Поскольку координаты MBR равны 0-0-1, то первый сектор первого раздела в большинстве случаев получается равным 0-1-1 (в координатах LBA это будет сектор 64).

Таблица 1

Формат элемента таблицы разделов

Наименование записи элемента таблицы разделов	Длина записи, байт
Флаг активности раздела	1
Номер головки начала раздела	1
Номера сектора и цилиндра загрузочного сектора раздела	2
Кодовый идентификатор операционной системы	1
Номер головки конца раздела	1
Номера сектора и цилиндра последнего сектора раздела	2
Младшее и старшее двухбайтовые слова относительного номера начального сектора	4
Младшее и старшее двухбайтовые слова размера раздела в секторах	4

Первым байтом в элементе таблицы разделов идет флаг *активности раздела* Boot Indicator (значение 0 – не активен, 128 (80h) – активен). Он позволяет определить, является ли данный раздел системным загрузочным. В результате процесс загрузки операционной системы осуществляется путем загрузки первого сектора с такого активного раздела и передачи управления на расположенную в нем программу, которая и продолжает загрузку. Активным может быть только один раздел, и это обычно проверяется программой NSB, расположенной в MBR.

За флагом активности раздела следует байт номера головки, с которой начинается раздел. За ним следуют два байта, означающие соответственно номер сектора и номер цилиндра загрузочного сектора, где располагается первый сектор загрузчика операционной системы. Затем следует кодовый идентификатор System ID (длиной в один байт), указывающий на принадлежность данного раздела к той или иной операционной системе и на установку в этом разделе соответствующей файловой системы. Все известные кодовые идентификаторы, которыми помечаются разделы дисков, приведены в учебнике [3].

Необходимо отметить, что таблица разделов – одна из наиболее важных структур данных жестком диске. Если эта таблица повреждена, то не только не будет загружена ни одна из установленных на компьютере операционных систем, но не станут доступными данные, расположенные в НЖМД, особенно если жесткий диск был поделен на несколько разделов.

Последние два байта MBR имеют значение 55AAh. Такая повторяющаяся последовательность двоичных 0 и 1 выбрана для того, чтобы проверить работоспособность аппаратуры передачи данных. Значение 55AAh, присвоенное последним двум байтам, присутствует во всех вариантах загрузочных секторов.

Термин "первичный раздел" является переводом выражения "primary partition". Максимальное число первичных разделов равно четырем. Если первичных разделов несколько, то только один из них может быть активным. Именно загрузчику, расположенному в активном разделе, передается управление при включении компьютера с помощью внесистемного загрузчика. Для DOS-систем и иных операционных систем, использующих спецификации DOS, остальные первичные разделы в этом случае считаются невидимыми (*hidden*). Так ведут себя и операционные системы семейства Windows 9x/Me.

Согласно принятым спецификациям на одном жестком диске может быть только один расширенный раздел – *Extended Partition*, который, в свою очередь, может быть разделен на большое количество подразделов – *логических дисков* (logical disk). Расширенный раздел содержит вторичную запись MBR (*Secondary MBR*, *SMBR*), в состав которой вместо таблицы разделов входит аналогичная ей *таблица логических дисков* (*Logical Disks Table*, *LDT*). Таблица LDT описывает размещение и характеристики раздела, содержащего единственный логический диск, а также может специфицировать следующую запись *SMBR*. Следовательно, если в расширенном разделе создано  $N$  логических дисков, то он содержит  $N$  экземпляров *SMBR*, связанных в список. Каждый элемент этого списка описывает соответствующий логический диск и ссылается (кроме последнего) на следующий элемент списка.

Как уже ранее было сказано, загрузчик *NSB* служит для поиска с помощью таблицы разделов активного раздела, копирования в оперативную память компьютера системного загрузчика (*System Bootstrap*, *SB*) из выбранного раздела и передачи на него управления, что позволяет осуществить загрузку операционной.

Вслед за сектором MBR размещаются собственно сами разделы (рис. 1). В процессе начальной загрузки сектора MBR, содержащего таблицу разделов, работают программные модули BIOS. Начальная загрузка считается выполненной корректно только в том случае, если таблица разделов содержит допустимую информацию.

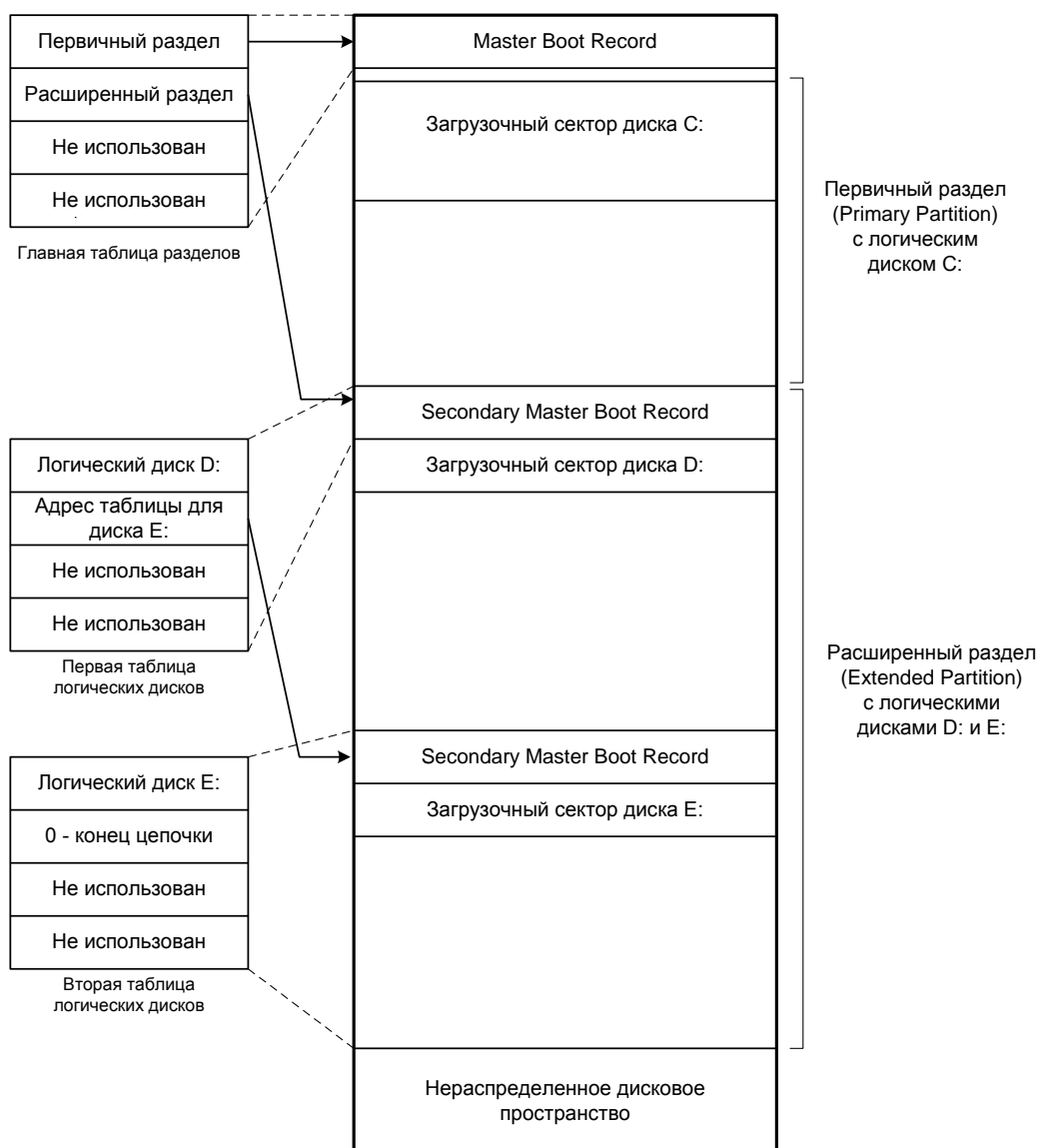


Рис. 1. Пример разбиения НЖМД на разделы

Рассмотрим процесс загрузки операционной системы. Программа начальной загрузки (Bootstrap Loader) активируется как программное прерывание BIOS (прерывание INT 19h). Эта процедура определяет первое готовое устройство из списка разрешенных и доступных (чаще всего это гибкий или жесткий магнитный диск, а в современных компьютерах это могут быть еще и привод CD или DVD, приводы ZIP-drive или Flash-drive, сетевой адаптер либо еще какое-нибудь устройство) и пытается загрузить с него в оперативную память короткую главную программу – загрузчик. Для накопителей на жестких магнитных дисках – это уже известный нам главный, или внесистемный, загрузчик NSB из главной загрузочной записи, и ему передается управление. Главный загрузчик определяет на диске активный раздел, загружает его собственный системный загрузчик и передает управление ему. И наконец, этот загрузчик находит и загружает необходимые файлы операционной системы и передает ей управление. Далее операционная система выполняет инициализацию подведомственных ей программных и аппаратных средств.

Согласно рассмотренному процессу, каждый раз при запуске компьютера будет загружаться одна и та же операционная система. Это не всегда нас может устраивать. Так называемые *менеджеры загрузки* (Boot managers) предназначены для того, чтобы пользователь мог выбрать среди нескольких установленных на компьютере операционных систем желаемую и передать управление на загрузчик выбранной ОС. Имеется большое количество таких менеджеров. Самыми известными менеджерами загрузки фирменной разработки являются следующие программы:

- BootMagic фирмы PowerQuest;
- OS Selector фирмы Acronis;
- Partition Commander и System Commander фирмы VCOM.

Последние версии этих программ имеют следующие основные особенности:

- поддержка большого количества вариантов загрузки операционных систем, включая различные версии и клоны DOS (MS-DOS, DR-DOS и др.), различные версии Windows (9x/Me, NT/2000/XP/2003/x64/Vista), OS/2, UNIX, Linux, FreeBSD, SCO Unix, BeOS и др.;
- возможность установки программы загрузки в раздел с любой файловой системой (FAT-12/16/32, NTFS, HPFS и др.), в том числе и в отдельный раздел, недоступный другим операционным системам;
- возможность оперативного выбора активируемой операционной системы с помощью меню загрузки;
- автоматическая идентификация операционных систем как на первичных разделах, так и на логических дисках расширенного раздела всех НЖМД;
- возможность дополнительной настройки конфигураций операционных систем и легкого их добавления и удаления;
- встроенная защита от загрузочных вирусов;
- восстановление системы в случае повреждения MBR;
- поддержка НЖМД большой емкости (более 128 Гбайт);
- возможность установки паролей отдельно на меню загрузки и на выбранные конфигурации старта операционной системы.

Формирование таблицы разделов осуществляется с помощью специальных утилит. Обычно их называют FDisk (от выражения "Form Disk" – формирование диска). Существуют и иные программы, которые могут манипулировать с разделами намного больше, чем простейшие утилиты FDisk от фирмы Microsoft. В последнее время появилось большое количество утилит (в том числе и бесплатных), которые предоставляют возможность более наглядно представить разбиение диска на разделы за счет использования графического интерфейса. Эти программы успешно и корректно работают с наиболее распространенными типами разделов (первичные и расширенные разделы под FAT-16, FAT-32, NTFS, HPFS, UFS). Однако созданы они в основном для работы в среде Windows, что часто ограничивает возможность их применения. Одной из самых известных и мощных программ для работы с разделами жесткого диска является Partition Magic фирмы Power Quest. Мощными программными средствами такого рода являются также:

– "Администратор дисков", входящий в состав уже упоминавшегося менеджера загрузки OS Selector фирмы Acronis;

– Norton Partition Magic Portable и Norton Ghost фирмы Symantec;

– Paragon Partition Manager фирмы Paragon Software Group (Россия).

Эти утилиты позволяют:

– создавать разделы любых типов и форматировать их под файловые системы FAT16, FAT32, NTFS, HPFS, Ext2FS, Linux ReiserFS, Linux Swap, при этом можно выбирать точное или произвольное расположение раздела и указывать его параметры;

– получать подробную информацию о структуре разделов и о параметрах самих жестких дисков;

– удалять любые разделы;

– преобразовывать файловые системы логических дисков (например, из FAT-16 в FAT-32 и обратно);

– копировать и перемещать (клонировать) разделы с места на место;

– изменять размеры разделов и логических дисков;

– выбирать размер кластера вручную во время любой операции создания, копирования, перемещения или изменения размера раздела;

– редактировать содержимое секторов жестких дисков и разделов с помощью встроенного многооконного редактора дисков.

В популярных операционных системах фирмы Microsoft тоже имеются средства для просмотра и изменения структуры разделов жесткого диска. Так, в Windows NT 4.0 для управления дисками имеется программа **Администратор дисков** (Disk Manager), а в Windows 2000 и Windows XP – консоль управления с оснасткой под названием **Управление дисками** (Disk Management). Эти средства имеют графический интерфейс и позволяют создавать новые разделы, удалять разделы, переопределять идентификатор (букву) логического диска и создавать наборы дисков, выступающие как один логический том.

Кроме фирменных утилит формирования разделов НЖМД существует ряд других программ (бесплатных и условно-бесплатных), осуществляющих деление дисковой памяти на логические разделы:

– Super Disk фирмы CHENGDU YIWO Tech Development Co., Ltd. (Китай);

– Partition Logic, программист Эндрю Мак'Лолин (Великобритания);

– Cute Partition Manager, фирма OSL Corp. (Индия);

– AEFDISK и AEFDISK32, программист Даниэль Надь (Венгрия);

– Ranish Partition Manager, программист Михаил Раниш (Германия);

– Partition Resizer, программист Джон Лагоникас (Греция).

Утилиты формирования дисков, входящие в состав операционных систем MS-DOS и Windows 95/98/Me, а также утилита, встроенная в программу установки систем Windows NT/2000/XP, первым элементом таблицы разделов всегда делают первичный раздел. Вторым элементом становится расширенный раздел, в котором, в свою очередь, организуется один или несколько логических дисков. При этом создаваемые логические диски помимо буквенного идентификатора (диски C:, D:, E: и т. д.) получают еще и так называемые номера разделов. Диск C: получает в этом случае порядковый номер 1, диск D: – 2, диск E: – 3, и т. д. Именно номера разделов используются в файле boot.ini, который указывает системному загрузчику операционных систем Windows NT/2000/XP, где находятся файлы выбранной операционной системы. Файл boot.ini располагается в корневом каталоге диска C:. Структура файла boot.ini рассмотрена, например, в [5].

Отметим, что в среде многопользовательских операционных систем Windows NT/2000/XP/2003 рядовому пользователю (не администратору системы) конфигурирование "винчестерских" накопителей недоступно из-за его непривилегированного статуса. При этом администратору системы процедуру формирования и переформирования разделов и логических накопителей приходится выполнять, как правило, в исключительных случаях.

### 3. ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

IBM PC-совместимый компьютер, оснащенный приводами НГМД и CD/DVD, контейнером для дискового накопителя (*mobile rack*), операционная система типа MS-DOS или Windows, лабораторные накопители на жестких магнитных дисках, загрузочная дискета, загрузочный компакт-диск, сервисная программа формирования разделов, программа форматирования магнитных дисков, операционная оболочка типа Norton Commander.

### 4. ЗАДАНИЕ НА РАБОТУ

Задание на лабораторную работу выдается каждому студенту в индивидуальном порядке. Далее приведены индивидуальные задания на формирование разделов НЖМД в рамках данной лабораторной работы:

Таблица

Индивидуальные задания

№ п/п	Количество первичных разделов	Объем первичных разделов DOS, Гбайт или %	Расширенный раздел	Количество логических дисков в расширенном разделе, объем дисков	Разделы не-DOS, количество
1	1	1 Гбайт (FAT-16)	Нет	—	Нет
2	1	2 Гбайт (FAT-16)	Нет	—	Нет
3	1	4 Гбайт (FAT-32)	Нет	—	Нет
4	1	8 Гбайт (FAT-32)	Нет	—	Нет
5	1	4 Гбайт (NTFS)	Нет	—	Нет
6	1	Весь объем НЖМД (FAT)	Нет	—	Нет
7	1	1 Гбайт (FAT-16)	Есть	1 диск, 100%	Нет
8	1	2 Гбайт (FAT-16)	Есть	2 диска, по 50%	Нет
9	1	2 Гбайт (FAT-32)	Есть	2 диска, по 50%	Есть, 1
10	1	4 Гбайт (FAT-32)	Есть	2 диска, 67 и 33%	Нет
11	1	4 Гбайт (FAT-32)	Есть	3 диска, по 33,3%	Нет
12	1	4 Гбайт (FAT-32)	Есть	4 диска, по 25%	Нет
13	1	4 Гбайт (FAT-32)	Есть	2 диска, по 50%	Есть, 2, по 50%
14	1	4 Гбайт (FAT-32)	Есть	2 диска, 67 и 33%	Есть, 1
15	1	4 Гбайт (FAT-32)	Есть	3 диска, по 33,3%	Есть, 1
16	1	4 Гбайт (FAT-32)	Есть	4 диска, по 25%	Есть, 2, по 50%
17	1	4 Гбайт (FAT-32)	Есть	2 диска, 67 и 33%	Нет
18	1	4 Гбайт (NTFS)	Есть	3 диска, по 33,3%	Нет
19	1	4 Гбайт (NTFS)	Есть	4 диска, по 25%	Нет
20	1	4 Гбайт (NTFS)	Есть	2 диска, по 50%	Есть, 2, по 50%
21	1	4 Гбайт (NTFS)	Есть	2 диска, 67 и 33%	Есть, 1
22	1	4 Гбайт (NTFS)	Есть	3 диска, по 33,3%	Есть, 1
23	1	4 Гбайт (NTFS)	Есть	4 диска, по 25%	Есть, 2, по 50%
24	1	50% (FAT)	Есть	1 диск, 100% (FAT)	Нет
25	1	50% (FAT-32)	Есть	1 диск, 100% (FAT)	Нет
26	1	50% (NTFS)	Есть	1 диск, 100% (NTFS)	Нет
27	1	25% (FAT)	Есть	1 диск, 100% (FAT)	Есть, 1 (NTFS)
28	1	Весь объем НЖМД (NTFS)	Нет	—	Нет
29	1	50% (NTFS)	Нет	—	Есть, 1

Примечания.

1. Объем логических дисков указывается в процентах от объема расширенного раздела.

№ п/п	Количество первичных разделов	Объем первичных разделов DOS, Гбайт или %	Расширенный раздел	Количество логических дисков в расширенном разделе, объем дисков	Разделы не-DOS, количество
<p>2. Объем разделов не-DOS указывается в процентах от оставшегося объема накопителя.</p> <p>3. Тип файловой системы логических дисков, создаваемых в расширенном разделе, если он не указан, совпадает с типом файловой системы первичного раздела.</p> <p>4. Разделы не-DOS форматированию не подвергаются.</p>					

## 5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

xlvi. Ознакомиться с теоретическими положениями лабораторной работы, изучить правила структурирования пространства внешней памяти и формирования разделов на НЖМД, ответить на контрольные вопросы.

xlvi. Уяснить содержание индивидуального задания. Составить графическую схему разделов НЖМД.

1. Выключить лабораторный компьютер (если он был включен). Открыть специальным ключом замок контейнера и вынуть контейнер для НЖМД из компьютера.

ii. Установить в контейнер лабораторный НЖМД. Проверить, в каком положении установлен переключатель Master/Slave для НЖМД с интерфейсом Parallel ATA.

iii. Установить контейнер с лабораторным НЖМД в компьютер. Закрыть замок контейнера.

ii. Установить в компьютер загрузочную дискету и загрузочный компакт-диск (если это необходимо). Включить компьютер. В процессе процедуры POST BIOS и после старта операционной системы убедиться, что в системе присутствует лабораторный НЖМД.

iv. Запустить программу формирования разделов НЖМД. Выбрать в меню программы режим работы с лабораторным НЖМД (если в компьютере присутствует НЖМД, с которого производится старт ОС).

iv. Просмотреть карту разделов НЖМД и удалить уже существующие разделы.

vi. Выполнить формирование разделов НЖМД в соответствии с индивидуальным заданием.

vii. Завершить работу с программой формирования разделов НЖМД. Выполнить рестарт операционной системы (перезагрузку компьютера).

viii. С помощью командного языка ОС или соответствующих команд операционной оболочки убедиться, что на лабораторном НЖМД созданы разделы и логические диски в соответствии с индивидуальным заданием.

ix. Выполнить форматирование логических дисков с помощью программы FORMAT или аналогичной с целью формирования файловых систем дисков.

x. Предъявить результаты работы преподавателю. Оформить отчет о проделанной работе и защитить отчет перед преподавателем.

Отчет по лабораторной работе выполняется на листах писчей бумаги формата А4. По согласованию с преподавателем отчет может быть оформлен в ученической тетради. Страницы отчета должны быть пронумерованы. Отчет должен содержать:

1. титульный лист, выполненный по общепринятому образцу;
2. текст индивидуального задания;
3. графическая схема разбиения НЖМД на разделы
4. пояснения к графической схеме
5. выводы по работе;
6. библиографический список, выполненный по ГОСТ 7.1-84.



## 6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

245. С какой целью производится разделение пространства внешней памяти на логические части (разделы)?
246. Какие логические разделы по своему назначению могут быть созданы на НЖМД?
247. Каково назначение таблицы разделов НЖМД?
248. Какую структуру имеет таблица разделов?
249. Какие параметрами идентифицируется раздел в таблице разделов?
250. Какое назначение имеет первичный раздел НЖМД?
251. Сколько первичных разделов может быть создано на одном НЖМД?
252. Какие функции выполняет активный первичный раздел?
253. Что такое "раздел не-DOS"?
254. Каким образом иницируется старт операционной системы с НЖМД?
255. Какое назначение имеет расширенный (дополнительный) раздел НЖМД?
256. Сколько расширенных разделов может быть создано на одном НЖМД?
257. Назначение главной загрузочной записи НЖМД?
258. Назначение вторичной загрузочной записи?
259. Какие функции выполняет системный загрузчик?
260. Какие функции выполняет внесистемный загрузчик?
261. Как тип файловой системы дискового тома
262. Какие программные средства предназначены для управления разделами НЖМД? Какие функции эти программы выполняют?
263. Какие меры предосторожности следует соблюдать при управлении разделами НЖМД?

## 7. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

74. Борзенко А.Е. IBM PC: устройство, ремонт, модернизация. – М.: Компьютер–Пресс, 1996. – 344 с.
75. Гордеев А.В., Молчанов А.Ю. Системное программное обеспечение. – СПб: Питер, 2001. – 736 с.
76. Гордеев А.В. Операционные системы. – СПб: Питер, 2004. – 416 с.
77. Гудмен Д. Секреты жесткого диска. – М.: Диалектика, 1994. – 256 с.
78. Соломон Д., Русинович М. Внутреннее устройство Microsoft Windows 2000. – СПб.: Питер, 2001. – 752 с.
79. Финогенов К.Г., Черных В.И. DOS 6. – М.: ABF, 1993. – 448 с.