

8. ВНЕШНИЕ ЗАПОМИНАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

В качестве *внешней памяти ПЭВМ* используются накопители на магнитных дисках (НМД), накопители на магнитных лентах (НМЛ) — стриммеры и оптические ЗУ.

НМД бывают двух типов: НГМД — *на гибком магнитном диске* (с носителем-дискетой) и НМД — *на жестком магнитном диске* (типа «Винчестер»).

НМД имеют значительно больший объем внешней памяти и высокое (почти на порядок) быстродействие, чем НГМД. Но НГМД имеют съемные магнитные носители — дискеты (компактные, на которых легче организовать архивное хранение данных и программ).

НМЛ обычно бывают кассетного типа и используют либо компакт-кассеты для бытовых магнитофонов (емкость 1 кассеты от 500 Кбайт до 1,5 Мбайт), либо видеокассеты (для стриммеров) с многодорожечной записью. Емкость их измеряется в десятках и сотнях мегабайтов.

Внешние запоминающие устройства (ВЗУ) связываются с МП через системную магистраль при помощи устройства управления (контроллера).

Контроллер необходим для двух целей:

- управления ВЗУ;
- связи с МЛ и ОП.

НМД и оптические ЗУ — устройства с циклическим доступом к информации. НМЛ представляют собой устройства с последовательным доступом.

Время доступа к информации в ВЗУ намного превосходит время обращения к ОП. ВЗУ являются относительно медленными устройствами электромеханического типа.

8.1. Накопитель на жестком магнитном диске

Накопитель на жестком магнитном диске (НМД) имеет тот же принцип действия, что и НГМД, но отличается тем, что в нем магнитный носитель информации является несъемным и состоит из нескольких пластин, закрепленных на общей оси (пакета магнитных носителей).

Каждую рабочую поверхность такой конструкции обслуживает своя головка. Если в НГМД головка во время работы соприкасается с поверхностью дискеты, то в НМД головки во время работы находятся на небольшом расстоянии от поверхности (десятые доли микрона). При устранении контакта головки с поверхностью диска появилась возможность увеличить скорость вращения дисков, а следовательно, повысить быстродействие внешнего ЗУ.

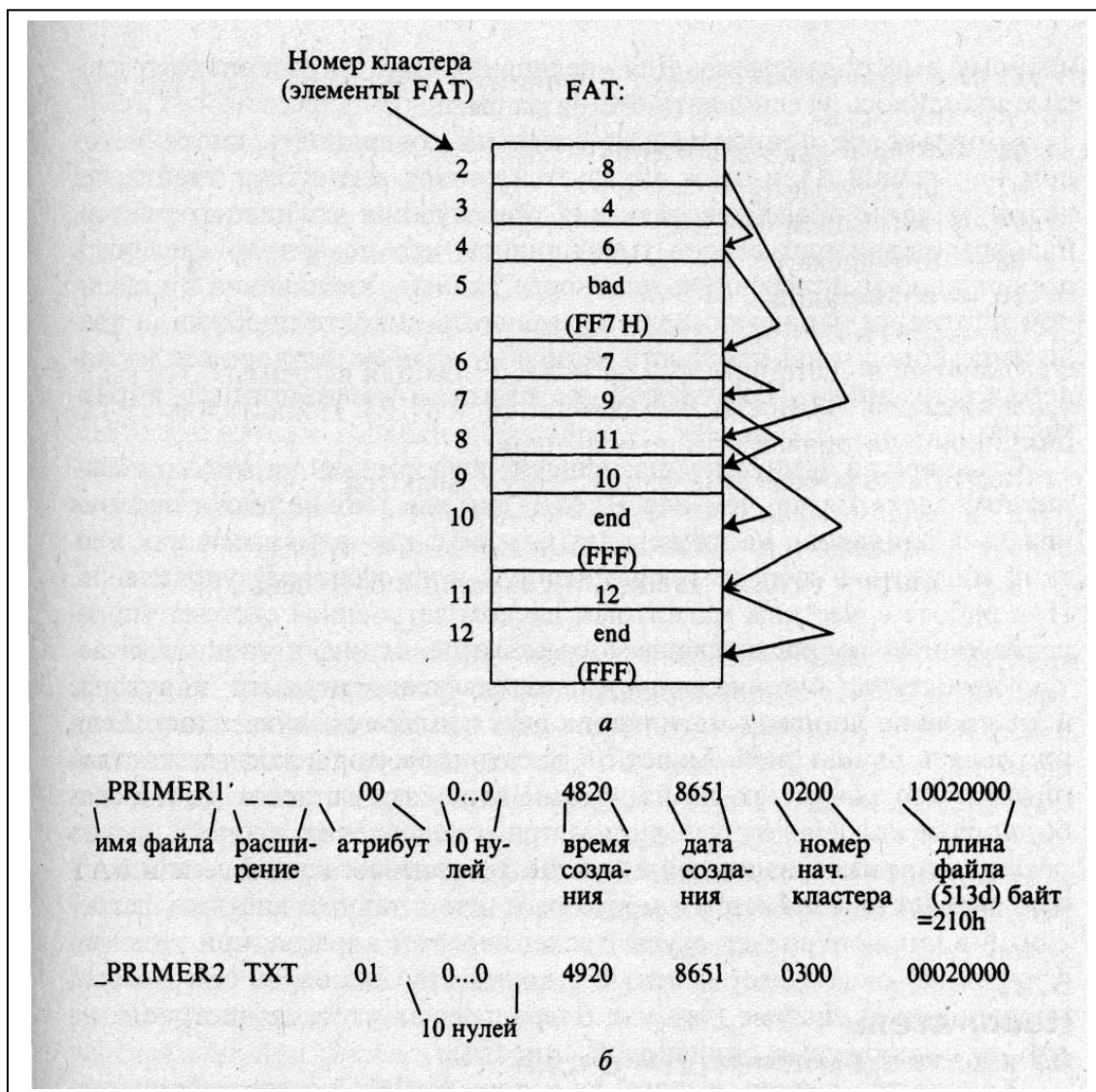


Рис. 8.4. Пример размещения двух файлов: а — в FAT; б — в корневом каталоге

Запись и чтение информации на жестком магнитном диске производятся с помощью магнитных головок, которые во время чтения-записи неподвижны. Магнитное покрытие каждой поверхности диска во время чтения-записи перемещается относительно головки. Магнитный «след» на поверхности диска, образовавшийся при работе головки на запись, образует кольцевую траекторию — **дорожку** (trek). Дорожки, расположенные друг под другом на всех рабочих поверхностях магнитного носителя, называются **цилиндром**.

В жестких МД различных фирм используются разные материалы для магнитного покрытия: диски ранних конструкций имели оксидное покрытие (окись железа), современные диски — кобальтовое покрытие. Оксидное покрытие наносилось на поверхность диска в виде магнитного лака, который после высыхания образовывал довольно толстый магнитный слой. Обеспечить устойчивую запись в таком слое можно было за счет длительного воздействия электромагнитным полем. Поэтому магнитные «следы» на поверхности диска получались большого размера,

что приводило к невысокой плотности записи и низкому быстродействию. Для увеличения емкости магнитного диска приходилось увеличивать его размеры.

Кобальтовое покрытие наносится на поверхность диска методом напыления. При этом образуется тонкая магнитная пленка, на которую легче воздействовать для образования магнитных следов. Размеры магнитных следов уменьшились, что позволило увеличить продольную и поперечную плотности записи. Увеличение продольной плотности записи позволило увеличить емкость дорожки, а увеличение поперечной плотности записи — количество дорожек на поверхности диска. Диски той же емкости уменьшились в размерах.

Стандарт на физическое размещение информации на жестком магнитном диске мягче, чем для НГМД, так как гибкие диски должны читаться одинаково на дисководах разных фирм, в то время как жесткий магнитный диск имеет встроенную в него систему управления. При работе с жестким магнитным диском встроенная система управления решает вопросы физического размещения информации и зачастую недоступна для внешнего вмешательства. Например, наружные и внутренние дорожки магнитного диска имеют разную длину. Если их сделать одинаковой емкости и писать информацию с одинаковой плотностью записи, то на наружных дорожках остается много свободного места. Некоторые фирмы при изготовлении жестких дисков делают дорожки различной емкости. Но, для того чтобы стандартные операционные системы могли работать с такими дисками, встроенный в них контроллер осуществляет пересчет адресов; при этом физически на диске имеется меньшее количество дорожек, чем кажется операционной системе (так как операционная система настроена на работу с дорожками одинаковой емкости).

Количество дисков, каждый из которых имеет по две рабочие поверхности, в накопителе может быть от 3 до 10 и более. В некоторых накопителях две крайние поверхности пакета (верхняя и нижняя) не являются рабочими — при этом сокращается размер дисковода (и емкость тоже). Иногда эти поверхности используются для размещения служебной информации.

Жесткие диски делают герметичными — малое расстояние (зазор) между рабочей поверхностью и магнитной головкой должно быть защищено от пылинок, чтобы уберечь тонкий напыленный слой кобальта от стирания. Магнитная головка во время работы не должна касаться поверхности диска и в то же время должна находиться от нее на расстоянии в доли микрона. Наиболее распространенный способ удовлетворения обоих условий — применение «воздушной подушки»: в магнитной головке делаются отверстия, через которые в рабочий зазор в направлении магнитного диска нагнетается сжатый воздух — он и является демпфером (воздушной подушкой), не позволяющим магнитной головке «прижаться» к поверхности диска. Воздух перед нагнетанием в зазоры проходит тщательную очистку от пыли с помощью специальных фильтров.

Магнитные головки при работе НМД могут перемещаться, настраиваясь на требуемую дорожку.

Перед началом эксплуатации пакет магнитных дисков форматируется: на нем размечаются дорожки (ставится маркер начала дорожки и записывается ее номер), наносятся служебные зоны секторов на дорожках. Для записи-чтения информации контроллеру НМД передается адрес: номер цилиндра, номер рабочей поверхности

цилиндра, номер сектора на выбранной дорожке. На основании этого магнитные головки перемещаются к нужному цилиндру, ожидают появления маркера в начале дорожки и появления требуемого сектора, после чего записывают или читают информацию из него. Несмотря на то что все магнитные головки установлены на требуемый цилиндр, работает в каждый данный момент только одна головка.

Из-за малого расстояния между секторами и высокой скорости вращения пакета дисков схемы управления не всегда успевают переключиться на чтение-запись следующего сектора (если считываемые-записываемые сектора следуют один за другим). В этом случае после обработки одного сектора приходится ожидать, пока диск сделает целый оборот и к головкам подойдет требуемый сектор. Чтобы избежать этого, при форматировании используется чередование (interleaving) секторов: последовательность нумерации секторов на дорожке задается таким образом, что следующий по порядку номер сектора принадлежит не следующему по физическому размещению сектору, а через « k » секторов (где k — фактор чередования). Фактор чередования при форматировании задается таким образом, чтобы система управления НМД обеспечила обработку с последовательными номерами без длительного ожидания (слишком маленький k приводит к «проскакиванию» требуемого сектора и ожиданию нового витка, слишком большое значение k также приводит к ожиданию, так как схема управления уже отработала, а требуемый сектор все еще не подошел к головке).

Поскольку физически НМД различных фирм могут быть устроены по-разному, возникает проблема совместимости НМД с микропроцессорным комплектом ЭВМ. Проблема эта решается с помощью стандартизации интерфейсов для накопителей на жестких магнитных дисках.

Основной характеристикой НМД является их емкость, которая в наибольшей степени зависит от плотности записи, в свою очередь в значительной степени зависящей от уровня технологии. Наиболее результативным для повышения плотности записи явилось применение магниторезистивных головок, которые известны и применяются уже давно, но по-настоящему массовой продукцией долгое время не были, из-за большой капиталоемкости их производства. Кроме увеличения емкости диска, повышение плотности записи приводит и к увеличению скорости считывания-записи данных при неизменных диаметре и скорости вращения носителя.

Доступный сейчас уровень технологии позволяет за счет использования магниторезистивных головок производить на 3.5" НМД с интерфейсами EIDE и SCSI накопители емкостью 1,25; 1,7 и более Гбайтов и ставит на повестку дня увеличение их емкости до 64 Гбайт. Скорость передачи данных при использовании магниторезистивных головок возросла с обычной 3—5 Мбайт/с до 25 Мбайт/с.

8.2. Стриммер

Стриммером называется внешнее устройство ПЭВМ для записи и воспроизведения цифровой информации на кассету с магнитной лентой. Основное их назначение — архивирование редко используемых больших массивов информации, резервное копирование. Это устройство называется *floppy tape*. Оно может подключаться к контроллеру НГМД. В стандарте QIC-40 емкость обычной видеокассеты составляет около 120 Мбайт, в стандарте QIC-80 — 250 Мбайт.

Устройства, работающие в этом стандарте (стандарт разработан для небольших локальных сетей, а также для «неорганизованных» пользователей), выпускаются различными фирмами. Например, фирма Colorado Memory Systems выпускает стриммеры Jumbo 120 и Jumbo 250. Скорость передачи информации в Jumbo 120 — 250 и 500 Кбайт/с, что совпадает со стандартными возможностями контроллера НГМД.

По конструктивному исполнению стриммеры выпускаются внутренними и внешними. Программная поддержка этих стриммеров позволяет сжимать информацию до 6 раз (в среднем — в 2 раза).

Контроллеры этой фирмы выполнены по технологии Plug&Play (95% необходимых параметров определяется программным путем автоматически).

В качестве стриммера может быть использован видеомагнитофон — в России выпускаются платы «АрВид 1010» и «АрВид 1020», дающие возможность при наличии шины ISA подключить к ПЭВМ и использовать в качестве накопителя любой видеомагнитофон. Платы позволяют на стандартную видеокассету записывать 1 — 2 Гбай-та информации. На ленте поддерживается многоуровневая иерархическая система, имеющая общий каталог. Программное обеспечение имеет дружественный интерфейс, выполненный в стиле Norton Commander. Предусмотрена автоматизированная процедура настройки на конкретный видеомагнитофон.

8.3. Оптические запоминающие устройства

Классификация оптических накопителей информации приведена на рис. 8.5. Один из первых оптических накопителей информации — **видеопластинка Laservision** фирмы Philips, представляла собой плексигласовый диск диаметром 20 или 30 см с тонким алюминиевым слоем, покрытым защитной пленкой из лака. При нанесении информации в алюминиевом слое делаются углубления, располагаемые вдоль дорожек, как в обычных грампластинках. Отличие заключается в том, что, во-первых, дорожки начинаются в центре пластинки и, во-вторых, что они наносятся лазерным лучом; ширина дорожки при этом составляет 0,4 микрона, расстояние между дорожками — 1,6 микрона. При таких размерах на одном миллиметре радиуса располагаются 600 дорожек. При считывании информации лазерный луч по-разному отражается от основной ровной поверхности (0) и от углублений (1).

Для считывания информации применяются два различных способа:

- CAV (Constant Angular Velocity) — считывание при постоянной угловой скорости;
 - CLV (Constant Linear Velocity) — считывание при постоянной линейной скорости.
- При CAV пластинка имеет постоянную угловую скорость 1500 об./мин. Дорожки расположены кольцеобразно, каждая дорожка отводится для отдельного видеоизображения, независимо от длины дорожки. На одной стороне пластинки при этом умещаются 54 000 изображений для воспроизведения в течение 36 мин.

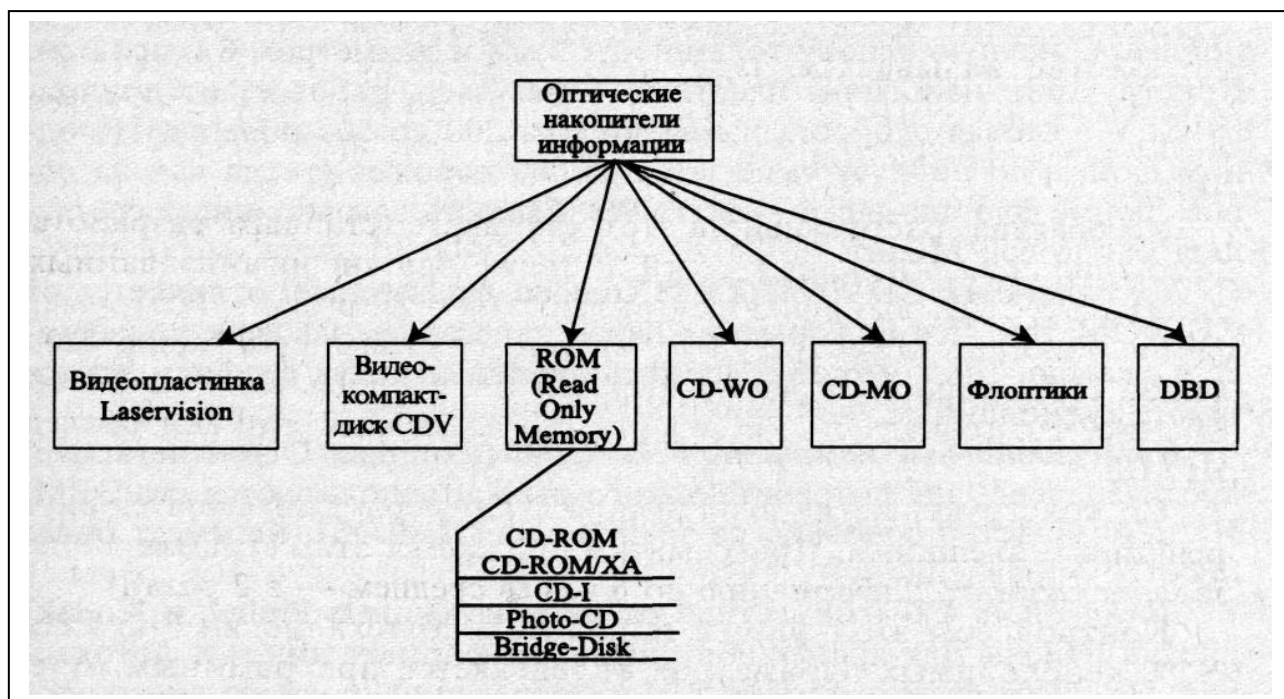


Рис. 8.5. Классификация оптических накопителей информации

При CLV угловая скорость меняется: при чтении внутренних дорожек она равна 1500 об./мин, при чтении внешних — 500 об./мин. На пластинке имеется всего одна спиралевидная дорожка (от центра наружу). Продолжительность времени воспроизведения увеличивается до 60 мин., но теряется возможность прямого доступа к отдельным изображениям.

Видеокомпакт-диски (CDV — Compact Disk Video) предназначены для воспроизведения на специальном видеопроекторе. При диаметре диска 12 см на него наносится двадцатиминутная цифровая запись звука и шестиминутный аналоговый видеосигнал; при диаметре диска 20 см на нем содержится двадцатиминутная запись аналогового видеосигнала и цифрового звукового сопровождения; при диаметре диска 30 см емкость диска такая же, как у видеопластинки Laservision.

Компакт-диск CD-ROM (Compact Disk-Read Only Memory) содержит информацию только в цифровом виде. Диск имеет прозрачную поликарбонатную основу толщиной 1,2 мм и диаметром 8 или 12 см. Конструкция аналогична пластинке Laservision, работает по принципу CLV, угловая скорость изменяется от 200 до 500 об./мин. На одном дюйме по радиусу умещается 16 000 дорожек (тогда как на одном дюйме флоппи-диска — всего 96). Емкость компакт-диска составляет около 650 Мбайт.

Компакт-диск CD-ROM/XA (extended Architecture) отличается от CD-ROM тем, что информация перед нанесением на диск подвергается сжатию. Диск может содержать двоичные коды, графику, видео, текст, аудиоданные.

Интерактивные компакт-диски CD-I (Compact-Disk-Interactive) предназначены для потребительского рынка, используются без ЭВМ. Их производство основано на технологии CD-ROM, но имеет более простое управление.

Диски Photo-CD (совместная разработка фирмы Philips и Kodak) предназначены для хранения в цифровом формате кино- и фотокадров. На диске размещается до 100 кадров, запись полного диска производится за один час.

Bridge-Disk выполнен по стандарту, который позволяет воспроизводить его на проигрывателе для Photo-CD, дисководе для CD-ROM/ХА или на проигрывателе для CD-I.

Компакт-диски CD-WO позволяют дозаписывать информацию за несколько сеансов. После окончательной записи создается оглавление диска. Обычное устройство для чтения CD-ROM позволяет читать только первую зону CD-WO. Аналогичные возможности предоставляют компакт-диски CD-R, которые допускают дозапись информации по мере ее накопления. Компакт-диски CD-WO и CD-R могут изготавливаться по различным технологиям: диск может быть покрыт чувствительным фотолакком, в котором лазер прожигает отверстия, испаряя лак; на подложку диска могут быть нанесены два слоя: один — из искусственных полимеров (имеющих малую теплоту плавления), другой — металлический. При нагревании металла лазерным лучом находящийся под ним слой полимера испаряется, что приводит к образованию пузырька в металлическом слое и, как следствие, к нетиповому отражению считывающего луча в этом месте; поверхность диска может быть покрыта слоем галлий-сурьмы или индий-сурьмы, которые при воздействии на них лазерного луча расплавляются и переходят из кристаллического в аморфное состояние, что сопровождается изменением условий отражения и может быть зафиксировано считывающим лазерным лучом.

В основе магнитооптических компакт-дисков (CD-MO) лежит воздействие магнитного поля на нагретый до критической температуры материал. В результате этого изменяются отражающие свойства покрытия диска или производится его намагничивание в определенном направлении. Магнитооптические диски позволяют записывать, читать и стирать информацию. На таких дисках могут быть выделены зоны, предназначенные только для чтения или для многократной записи. CD-MO выпускаются в виде мини-дисков диаметром 2,5 дюйма в пластмассовом корпусе трехдюймовой дискеты. Как для записи, так и для воспроизведения магнитооптических дисков необходимы специальные устройства. Емкость таких дисков составляет не менее 640 Мбайт. Из них могут создаваться магнитооптические библиотеки с автоматической сменой дисков (время на смену дисков составляет несколько секунд), емкость которых измеряется сотнями Гбайтов.

Флоптики — это внешние запоминающие устройства, имеющие две головки: одну — обычную, для работы с дискетами DD и HD, другую — магнитооптическую. Емкость флоптических дискет составляет 21 Мбайт. Разметка флоптической дискеты производится лучом лазера, благодаря чему дорожки плотнее располагаются друг к другу. У флоптических дискет используется тот же магнитный материал, что и у обычных дискет емкостью 2,88 Мбайт - барий-феррит. Количество магнитооптических дорожек на одной стороне — 753, поперечная плотность записи — 1245 дорожек на дюйм, продольная плотность записи — 23 980 бит на дюйм (для сравнения: у DD-дискет — 8717, у HD-дискет — 17 434).

В 1995 г. появилась новая технология — DVD (Digital Versatile Disc) — цифровой многофункциональный диск. Технология DVD предусматривает использование в качестве носителя информации оптического диска диаметром 120 мм и толщиной

1,2 мм. Внешне DVD-диск похож на стандартный компакт-диск, но конструкция его значительно сложнее: такие диски могут быть одно- и двухсторонними, с одним или двумя рабочими слоями с каждой стороны. Отражающий слой расположен не на составляющем почти полную толщину слое поликарбоната (1,2 мм), а на слое половинной толщины (0,6 мм). Однослойный односторонний диск DVD имеет емкость 4,7 Гбайта, что обеспечивает более двух часов видеотелевизионного качества при записи изображения и звука в сжатом по формату MPEG-2 виде. Двухслойные односторонние диски имеют суммарную емкость 8,5 Гбайта (некоторое уменьшение емкости каждого слоя вызывается необходимостью снизить помехи при считывании дальнего слоя). Емкость двухслойного двустороннего диска DVD составляет около 17 Гбайт.

Устройства для работы с DVD-дисками (DVD-комплекты) могут иметь следующие разновидности:

- DVD-Video (видеоданные с разрешением 1280x1024 и 20-битовое звуковое сопровождение с частотой дискретизации 48 КГц в формате Dolby AC-3 для 2—5 каналов);
- DVD-Audio, позволяющий создавать «полное собрание сочинений» музыкантов с указанным выше качеством;
- DVD-ROM — аналог CD-ROM;
- DVD-R (wRitable), допускающий однократную запись;
- DVD-RW (Rewritable), допускающий многократную запись.

DVD-ROM комплект Encore Dxr2 PC DVD Kit фирмы Creative Labs имеет плату Dxr2, на задней панели которой находятся вход и выход VGA для подключения платы к графическому адаптеру, цифровой выход в формате S/PDIF и стандартный видеовыход для телевизора или магнитофона, обеспечивающий качественное воспроизведение и запись с разрешением 800x600, DVD-дисковод со встроенным буфером размером 512 Кбайт, обеспечивающий считывание DVD-дисков с удвоенной скоростью, а также работу в 20X-режиме со стандартными CD-дисками.