

Отдельными устройствами, в частности от LG, поддерживается DVD-RAM, отличающийся высокой скоростью произвольного доступа и долговечностью носителя (число циклов перезаписи примерно в 10 раз больше по сравнению с другими стандартами).

Вместе с тем единого подхода при выработке формата записи разработчиками не найдено: диски, записанные в одном из форматов, как правило, не читаются на приводах других записываемых форматов. Бытовая электроника ориентирована на форматы DVD-видео, DVD-аудио и не обязательно обеспечивает чтение DVD-ROM. Приводы DVD-ROM для ПК хорошо читают видео-, аудио-, мультимедийные и другие компакт-диски. Как правило, если привод DVD-ROM может читать диски DVD+RW, то он сможет прочесть диски DVD-RW и DVD-R. Привод с логотипом «multi» должен читать и записывать диски форматов DVD-R, DVD-RW и DVD-ROM.

К числу ведущих производителей приводов CD и DVD относятся компании Plextor, Peoneer, Nec, Teac America Inc, Sony, Asus, LG, Panasonic.

3.4.4. Стандарты оптических дисков HD DVD и Blu-Ray

Развитие всех технологий памяти идет по пути увеличения плотности хранения данных. Такая тенденция наблюдается и при совершенствовании оперативной памяти, и НЖМД, а также оптических носителей.

Скорость записи и считывания при этом тоже возрастает, даже когда для этого не применяются какие-либо другие меры. Например, если на каждом сантиметре дорожки диска хранится в два раза больше данных, при той же скорости его вращения (или скорости перемещения считывающей головки вдоль дорожки) количество считываемых или записываемых в единицу времени битов информации тоже возрастает вдвое.

Это иллюстрируется данными, приведенными на рис. 3.11, где показаны основные характеристики и фрагменты рабочей поверхности CD-ROM (рис. 3.11, а), DVD-ROM (*Digital Versatile Disc*) (рис. 3.11, б) и технологии оптических носителей памяти BD (*Blu-ray Disc*) (рис. 3.11, в).

Увеличение объемов памяти до 4,7 Гбайт в случае с DVD и до 27 Гбайт в случае с BD достигается увеличением плотности записи данных на носитель одинакового размера (диск с диаметром 120 мм и толщиной 1,2 мм).

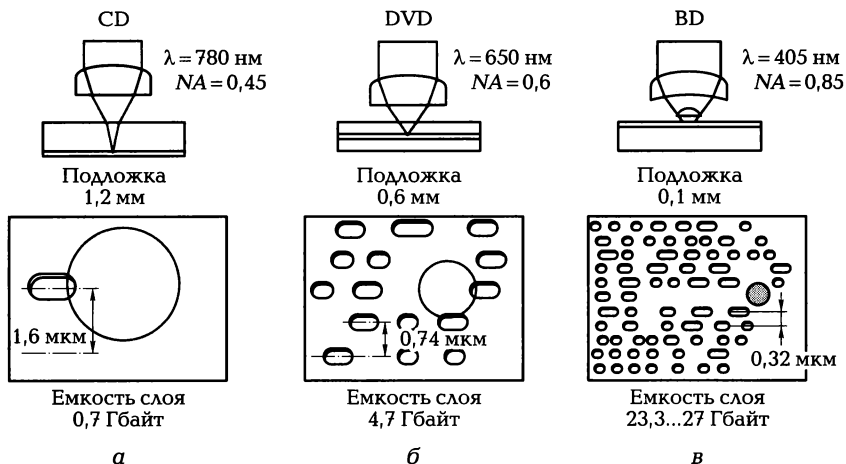


Рис. 3.11. Основные характеристики и фрагменты рабочей поверхности: а — CD-ROM; б — DVD-ROM; в — технологии оптических носителей памяти BD (Blu-ray Disc)

Следующее поколение оптических дисков основано на дальнейшем увеличении плотности записи. Две новые конкурирующие технологии Blu-Ray (голубой луч), HD (*High Definition* — высокое разрешение) базируются на применении «синих» лазеров с длиной волны 405 нм.

HD DVD (*High Definition Digital Versatile Disk*) — технология, разработанная компаниями NEC и Toshiba в 2002 г. и получившая поддержку Microsoft, а также большинства производителей современных DVD-приводов и дисков. HD DVD идентичен DVD-формату и требует минимального переоборудования существующего производства. Вместе с алгоритмами коррекции ошибок плотность записи достигает 15 Гбайт на каждый слой при толщине защитного слоя 0,6 мм, похожей схеме модуляции, неизменной логической разметке диска на секторы. Такая высокая плотность записи обеспечивается за счет более тонкого лазерного луча (диаметр пучка — 82 нм), что позволило сократить расстояние между дорожками на 46 %: с 0,74 до 0,4 мкм. Штампованные HD DVD-ROM предусматривают поддержку двух слоев и, соответственно, максимальную емкость 30 Гбайт. При этом специалисты прогнозируют скорое появлении трехслойных 40-гигабайтных дисков. Емкость перезаписываемого подформата HD DVD-RW — 20 Гбайт, что достигается за счет уменьшенного размера пита (точки на поверхности диска, «обозначающей» записанный бит информации) и сокращения рас-

стояния между дорожками (до 0,34 мкм). Планируется к выпуску и двухслойный 32-гигабайтный вариант HD DVD-RW. Кроме того, такие диски будут записываться в режиме Z-CLV (Zone Constant Linear Velocity), т. е. с постоянной линейной скоростью. HD DVD-RW как постоянный сменный носитель в некотором роде может составить конкуренцию внешним жестким дискам, однако он физически несовместим с HD DVD-ROM и HD DVD-R. К сторонникам этой технологии в развлекательной индустрии относятся Paramount Pictures, Universal Studios и Warner Brothers. Компания Toshiba планирует к выпуску двухсторонние HD DVD с объемом памяти до 45 Гбайт.

Стандарт Blu-ray в начале 2002 г. представили девять компаний: Hitachi, LG, Matsushita (Panasonic), Pioneer, Philips, Samsung, Sharp, Sony и Thomson. В стандарте Blu-ray применен сине-фиолетовый лазер, имеющий диаметр пучка 58 нм, а не 132 нм, как у DVD, и 82, как у HD DVD. Узкий пучок может оперировать записанными на диск данными с большей избирательностью, причем принципиальное отличие от HD DVD — это уменьшение расстояния между дорожками в пределах одной дорожки (в сочетании с увеличением числа самих дорожек).

Хотя технология Blu-ray и появилась несколько раньше HD DVD, ее можно назвать более прогрессивной, так как диски вмещают от 25 Гбайт на одном слое и выше. Максимальная емкость диска с учетом нескольких слоев может достигать 200 Гбайт. Возможность различать на диске столь мелкие единичные точки достигнута не только за счет «уточнения» лазерного луча, но и применения оптической системы для приема отраженного от поверхности диска луча с высокой разрешающей способностью (апертурой 0,85) и размещения информационного слоя на диске в максимальной близости к лазеру (толщина защитного слоя — всего 0,1 мм по сравнению с 0,6 мм у HD DVD и DVD).

Существуют три основных вида Blu-ray-носителей: BD-ROM-, BD-R- и BD-RE-диски соответственно, обычные (штампованные и выпускаемые заводским тиражом), однократно записываемые и перезаписываемые.

Технология Blu-ray имеет неоспоримое преимущество перед HD DVD для сектора видеокамер, так как позволяет штамповать 80-миллиметровые диски емкостью 7,8 или 15,6 Гбайт в зависимости от числа слоев, а в перспективе и более.

Формат диска Blu-ray поддерживается многими компаниями, производящими бытовую электронику и компьютерную технику. К сторонникам дисков Blu-ray относятся Sony, Panasonic, Phillips, Sharp, TDK и Thomson, также Apple, Dell и Hitachi.

Для Blu-ray и HD DVD используются приводы компакт-дисков, по формфактору и внешнему виду аналогичные приводам DVD. При этом эти приводы позволяют читать и писать компакт-диски формата DVD, а также читать формат CD.

Две конкурирующие системы хранения данных, HD DVD и Blu-ray, являются лидерами нового поколения средства хранения информации с большим объемом памяти.

ПК комплектуются приводами Blu-Ray. Производители начинают включать в конфигурации ПК начального уровня накопители BD-ROM, накопители BD Combo ставят в компьютеры среднего ценового диапазона, а дорогостоящие и высокопроизводительные модели оснащают приводами с возможностью записи BD.

3.5. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОПТИЧЕСКИХ НОСИТЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ

3.5.1. Голографические диски

Сегодня индустрия требует новые типы носителей, имеющие объем, сопоставимый с картриджами стримеров и жесткими дисками, но при этом обеспечивающий быстрый и надежный доступ к данным. К числу таких носителей можно отнести голографические и флуоресцентные диски.

При записи информации на голографический диск (рис. 3.12, а) лазерный луч разделяется на два луча: один пишет данные, второй — опорный. Голограмма формируется, когда два этих луча пересекаются в носителе. Процесс преобразования данных в сигнальный луч производится специальным модулятором SLM (*Spatial Light Modulator*), который преобразует единицы и нули цифрового потока в совокупность белых и черных точек, своеобразную «шахматную доску». Данные образуют собой двухмерный массив, матрицу, содержащую миллионы битов. В точке взаимодействия опорного луча и интерференционной структуры, образованной после прохождения сигнальным лучом модулятора, производится запись на носитель. Когда в опорном пучке происходит взаимодействие излучения с белым пятном «шахматной доски», оно сопровождается химической реакцией, оставляющей на носителе след. Соответственно там, где было черное пятно, следа не остается. Изменяя угол наклона опорного луча, длину его волны или положение носителя, на одну и ту же площадь носителя удается записать множество различных голограмм одновременно.

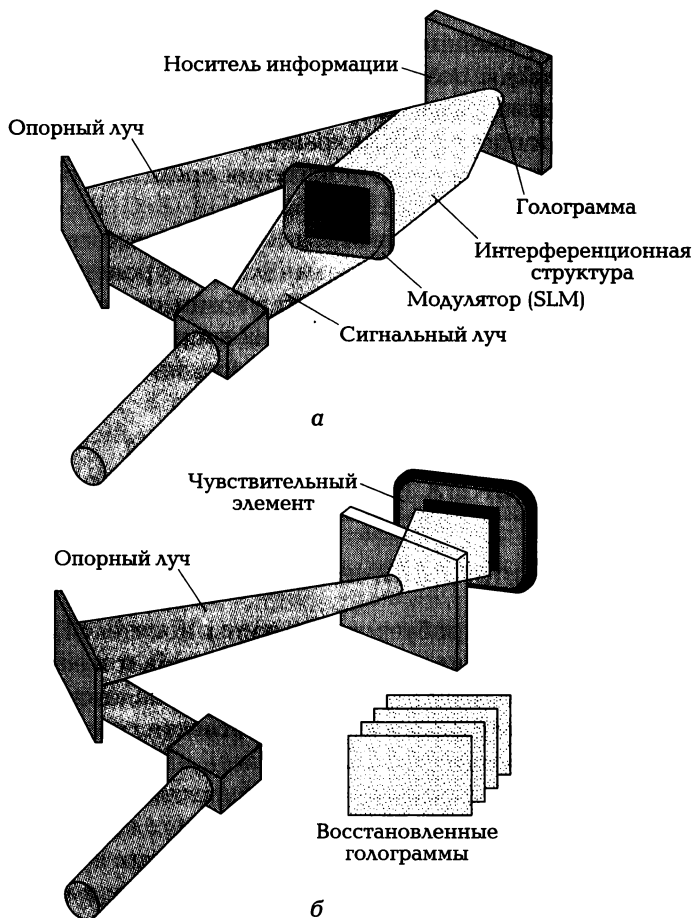


Рис. 3.12. Голографические диски:

а — схема записи на голографический диск; *б* — схема считывания информации с голографического диска

При считывании информации (рис. 3.12, *б*) используется только опорный луч. Он освещает голограмму, воссоздавая совокупность черных и белых пятен, которая затем проецируется на специальный чувствительный элемент. Этот элемент параллельно расшифровывает миллионы битов, за счет чего удается достичь высокой скорости считывания данных.

Диск голографического накопителя имеет диаметр 130 мм, чуть больше, чем стандартный компакт-диск или DVD. Когда свет попадает на этот материал, происходит химическая реакция, вырабаты-

ваются фотоны, записывающие данные. Этот процесс необратим, поэтому потребовалось создать дополнительные средства защиты, гарантирующие целостность записи как в процессе, так и при хранении.

Для защиты данных от несанкционированного доступа используется несколько методов как физических, так и логических.

Каждый диск имеет встроенный чип, используемый для хранения карты данных, аналогичный FAT — системе жесткого диска. В этой библиотеке хранятся все данные о партиях, формате и положении данных. При установке диска в устройство прежде всего производится считывание информации с этого чипа. Если эти данные утеряны, считать информацию будет очень сложно, практически невозможно. Эти карты данных могут быть зашифрованы методом криптования, так что доступ к ним получит только владелец информации.

Эффективное средство защиты — изменение длины волны лазера. Незначительное изменение длины волны лазера позволит защитить данные от считывания другими приводами, настроенными на другую длину волны лазера. Длина волны лазера может быть в диапазоне 403... 407 нм.

Наиболее эффективный метод защиты данных — фазовая маска. Суть метода заключается в том, что привод может накладывать определенную маску на пути лазерного луча, несущего данные. Эта маска потребуется как при записи, так и при считывании данных. После использования фазовой маски считать данные на стандартных приводах невозможно, поскольку каждая маска уникальна: она формируется с использованием генератора случайных чисел. Эта функция устанавливается на некоторых приводах по специальному заказу. Таким образом, хранение информации на голографических дисках гарантирует защиту информации от несанкционированного доступа.

Американская компания InPhase анонсировала Tapestry HDS-300R — 300-гигабайтный винчестер на основе голографических дисков. Голографические диски толщиной 1,5 мм обладают скоростью считывания информации 20 Мбайт/с. По прогнозам аналитиков, к 2010 г. уже существующие технологии позволят увеличить объем одного диска до 1,6 Тбайт, а скорость считывания — до 120 Мбайт/с.

Высокая плотность записи (515 Гбит на квадратный дюйм), возможность изготовить голографический диск любого размера и жизненный цикл в 50 лет являются важными преимуществами голографических дисков по сравнению с магнитными, используемы-

ми в обычных винчестерах. Голографические диски экономичны, в условиях массового промышленного производства на изготовление одного диска требуется всего 3... 4 мин.

3.5.2. Трехмерная флуоресцентная технология

Настоящим прорывом в технологии записи информации является разработка фирмой C3D трехмерного флуоресцентного дискового носителя. Трехмерный диск фирмы C3D использует принципиально иную технологию записи информации, основанную на свойствах излучения флуоресцентных материалов и допускает наличие очень большого числа слоев.

FM-диск является абсолютно прозрачным и не имеет отражающего слоя. В основе работы флуоресцентных дисков лежит явление фотохроматизма, которое заключается в изменении физических свойств, в частности, появление флуоресцентного свечения некоторых химических веществ под воздействием лазера. Сам FM-диск представляет многослойную структуру, каждый слой которой является прозрачным и имеет спиральные канавки, заполненные флуоресцентным материалом. FM-диск в разрезе показан на рис. 3.13.

Как видно из рис. 3.13, диск состоит из нескольких пластиковых (поликарбонатных) слоев, соединенных между собой. Слой содержит поверхностные структуры — питы, которые заполняются флуоресцентным материалом. При считывании лазер фокусируется на определенном слое и возбуждает его флуоресцентные эле-

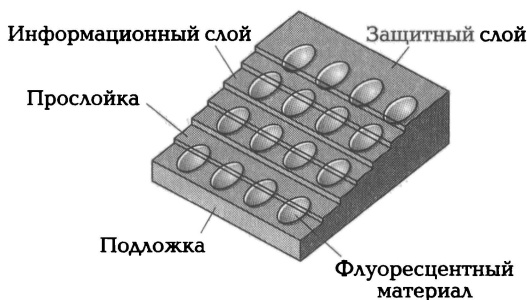


Рис. 3.13. FM-диск в разрезе

менты, которые излучают свет, сдвигая спектр падающего на него излучения в сторону красного цвета на определенную величину (в пределах 30...50 нм), что позволяет легко различить излучение лазера и свет, излучаемый материалом диска. В результате удается избежать ухудшения характеристик сигнала, и его качество при увеличении числа слоев снижается незначительно. Теоретически даже при числе слоев более сотни не будет происходить сильного искажения сигнала. При считывании лазер фокусируется на определенном слое и возбуждает его флуоресцентные элементы, после чего это свечение воспринимается фотодетектором. При использовании синего лазера (длина волны 480 нм) становится возможным увеличение плотности записи информации свыше сотни гигабайтов на один FM-диск. Важная особенность формата FMD заключается в возможности параллельного считывания сразу с нескольких слоев многослойного диска. Вместе с тем, при записи последовательности битов не вдоль дорожки, а вглубь, по слоям, значительно повышается скорость выборки данных. Это и определяет трехмерность FM-дисков.

Процесс изготовления мастер-копии FM-дисков сопоставим с аналогичным для CD/DVD. Однако в технологии FMD очень важно получение точной формы пята, так как впоследствии производится его заполнение флуоресцентным материалом.

Ведутся активные разработки записываемых FM-дисков. Специалисты фирмы C3D предлагают два варианта принципа записи своих дисков: термический и химический.

Термический принцип основан на использовании материала, изначально обладающего флуоресцентным свойством. В процессе записи участки, попадающие под термическое воздействие лазера, теряют это свойство.

Химический принцип основан на использовании материала, не обладающего флуоресцентным свойством. Воздействие записывающего лазера приводит к фотохимической реакции, в результате которой определенные участки наделяются флуоресцентным свойством. Для возбуждения такой реакции достаточно маломощного лазера или обычного светодиода. Использование светодиодной матрицы позволяет осуществлять одновременную запись целого массива информации, что ускоряет сам процесс.

Первым поколением дисковых продуктов компании Constellation 3D является семейство 120-миллиметровых многослойных FM-дисков с вместимостью до 140 Гбайт и со скоростью чтения до 1 Гбит в секунду. Новые диски способны, например, вместить до 20 ч сжатых фильмов в формате HDTV.

Магнитооптический (МО) привод представляет собой накопитель информации, в основу которого положен магнитный носитель с оптическим (лазерным) управлением.

Магнитооптическая технология была разработана фирмой IBM в начале 1970-х гг. Первые опытные образцы магнитооптических накопителей представила в начале 1980-х гг. фирма Sony. Выпускаются магнитооптические диски односторонние и двухсторонние в основном формате — 3,5" и 5,25". Диски MD Data формата 2,5" разработаны фирмой Sony, а 12" — фирмой Maxell. На рис. 3.14 представлено устройство типичного магнитооптического диска, имеющего одну рабочую поверхность. Односторонний магнитооптический диск представляет собой последовательность слоев: защитного, диэлектрического, магнитооптического, диэлектрического, отражающего и подложки.

Технология изготовления магнитооптического диска состоит в следующем. На стеклопластиковую подложку наносится алюминиевое (или золотое) покрытие, обеспечивающее отражение лазерного луча. Диэлектрические слои, окружающие с двух сторон магнитооптический слой, изготовлены из прозрачного полимера и защищают диск от перегрева, повышают чувствительность при записи и отражающую способность при считывании информации. Магнитооптический слой создается на основе порошка из сплава кобаль-

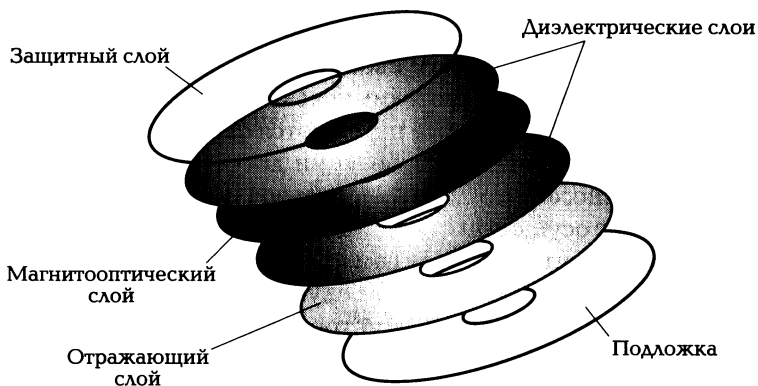


Рис. 3.14. Строение магнитооптического диска

та, железа и тербия. Свойства такого покрытия меняются как при температурном воздействии, так и при действии магнитного поля. Если нагреть диск выше определенной температуры, возможно изменение магнитной поляризации посредством небольшого магнитного поля. Верхний защитный слой из прозрачного полимера, выполненный методом ультрафиолетового отверждения, предохраняет рабочую поверхность от механических повреждений. Благодаря такой технологии и помещению в специальный пластиковый конверт — картридж, магнитооптические диски обладают повышенной надежностью и не боятся воздействия неблагоприятных условий окружающей среды.

Запись данных на МО-диск производится с использованием лазерной технологии. Луч лазера, сфокусированный на поверхности магнитооптического слоя в пятно с диаметром около 1 мкм, направляется в магнитооптический слой и нагревает его в точке фокусировки до температуры точки Кюри (около 200 °С) (рис. 3.15, а). При этой температуре резко падает магнитная проницаемость, и изменение магнитного состояния частиц выполняется относительно небольшим по величине магнитным полем магнитной головки. После охлаждения материала магнитная ориентация доменов в данной точке сохраняется. В зависимости от магнитной ориентации участка магнитного материала он интерпретируется как логический нуль или логическая единица. Данные записываются блоками по 512 байт.

Для изменения части информации в блоке необходимо перезаписывать его полностью, поэтому при первом проходе инициализи-

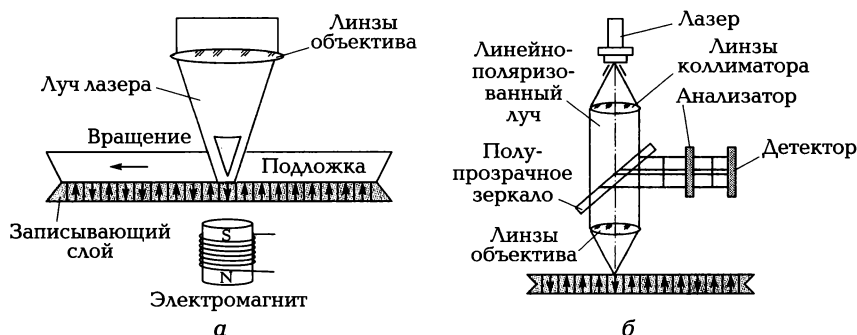


Рис. 3.15. Магнитооптическая дисковая технология:

а — запись; б — чтение

руется (разогревается) весь блок, а при подходе сектора под магнитную головку происходит запись новых данных.

Чтение данных с диска (рис. 3.15, б) происходит поляризованным лазерным лучом пониженной мощности, которой недостаточно для разогрева рабочего слоя: мощность лазера при считывании составляет 25 % мощности лазера при записи. Попадание луча на упорядоченные, ориентированные при записи данных магнитные частицы диска приводит к тому, что их магнитное поле незначительно изменяет поляризацию луча, т. е. наблюдается эффект Керра. Отраженный от магнитооптического слоя свет после отражения от полупрозрачного зеркала попадает на анализатор, с помощью которого определяется изменение состояния его поляризации, и регистрируется фотодетектором. В зависимости от изменения состояния поляризации фотодетектор посылает двоичную единицу или двоичный нуль к контроллеру магнитооптического дисководов.

В отличие от компакт-диска данные на МО-диск теоретически можно записывать бесконечно, поскольку никаких необратимых процессов в материале носителя не происходит. Если нужно удалить старые данные, достаточно нагреть лазерным лучом соответствующие дорожки (секторы) и размагнитить их внешним магнитным полем.

Механизмы МО-накопителей строятся на базе механизмов обычных дисководов с небольшими конструктивными усовершенствованиями. В качестве интерфейса МО-накопители оснащаются SCSI-адаптерами (16- или 8-битными), драйверами диска и утилитами форматирования низкого уровня. Многие поставщики также оснащают свои изделия специальными программами для резервного копирования.

Сами устройства для чтения магнитооптических дисков бывают внутренними и внешними. Устройства могут работать в двух режимах. В первом скорость обмена данными составляет 5 Мбайт/с, а во втором — 10 Мбайт/с.

Стандартные емкости МО-дисков: односторонних дисков 3,5" — 128, 230 и 640 Мбайт, двухсторонних — 600 и 650 Мбайт. Фирма Maxell выпускает 12"-диски однократной записи емкостью 3,5 Гбайт (односторонние) и 7 Гбайт (двухсторонние). Накопители для этих гигантских дисков, применяемых в системах архивирования, производит фирма Hitachi. Фирма Fujitsu выпускает два вида носителей — форматом 5,25" и 3,5". Первые диски имеют объемы 650 Мбайт, 1,3; 2,6; 4,6 Гбайт. Такие объемы достигаются благодаря тому, что диски двухсторонние. Диски 3,5" — односторонние и имеют объемы 128, 230, 540, 640 Мбайт.

Быстродействие МО-накопителей меньше, чем накопителей со сменными магнитными носителями, хотя быстродействие новых моделей неуклонно возрастает. Одна из причин сравнительно низкого быстродействия МО-накопителей заключается в том, что скорость вращения диска накопителя фирмы Fujitsu около 4 500 об/мин.

Среднее время доступа к данным в МО-накопителях достигает 11 мс при скорости передачи данных до 10 Мбайт/с, а гарантийный срок работы (средняя наработка на отказ) — 80 000 ч.

Технология магнитооптической записи непрерывно совершенствуется. Лидерами рынка накопителей на МО-дисках являются компании Sony, Fujitsu, Pinnacle Micro Inc и Hewlett-Packard.

Магнитооптические диски и накопители большинства фирм-изготовителей соответствуют требованиям международных стандартов, выпускаются как в виде встраиваемых устройств, так и во внешнем автономном исполнении с интерфейсами IDE и SCSI.

Помимо обычных дисководов широкое распространение получили так называемые оптические библиотеки с автоматической сменой дисков, емкость которых достигает сотен гигабайтов и даже нескольких терабайтов. Время автоматической смены диска — несколько секунд, а время доступа и скорость обмена данными — такие же, как у обычных дисководов.

3.7. НАКОПИТЕЛИ НА МАГНИТНОЙ ЛЕНТЕ

Накопители на магнитной ленте применяются в системах резервного копирования. В настоящее время, когда жизнедеятельность компании во многом зависит от ее вычислительной сети, надежность системы резервного копирования приобрела особую актуальность.

В качестве устройств записи данных на магнитную ленту (стримеров) сначала использовались катушечные накопители, аналогичные бытовым катушечным магнитофонам. В 1972 г. фирма 3M разработала первую кассету размером 15 × 10 × 1,6 см, предназначенную для хранения данных. Внутри кассеты находились две катушки, на которые лентопротяжным механизмом наматывалась лента в процессе чтения-записи.

В 1983 г. был выпущен первый стандартный QIC (*Quarter-Inch Cartridge* — накопитель на магнитной ленте), емкость которого составляла 60 Мбайт. Запись данных производилась на девяти дорожках, а магнитная лента имела длину около 90 м. В дальнейшем был разработан стандарт на мини-кассеты (формат MC). Размер мини-

кассеты, согласно этому стандарту, $8,25 \times 6,35 \times 1,5$ см. Основу магнитного слоя лент QIC составляет оксид железа.

Если накопитель на магнитной ленте типа QIC-80 формата MC обладал емкостью 80 Мбайт, 28 дорожками, то накопитель QIC-3095 имеет 72 дорожки и емкость до 4 Гбайт.

Преимущества этих накопителей: удельная стоимость хранения данных на ленте (в пересчете на 1 Мбайт) значительно ниже, чем при использовании накопителей на гибких магнитных дисках, и, кроме того, ленточные накопители просты в использовании и надежны.

К недостаткам накопителей на кассетах QIC относятся их низкое быстродействие, длительное форматирование кассеты перед записью данных.

Дальнейшее развитие накопителей на магнитной ленте пошло по пути увеличения емкости кассет и повышения плотности записи данных. Были разработаны стандарты систем резервного копирования с емкостью кассет от 86 Мбайт до 13 Гбайт. В таких устройствах плотность записи данных на ленту составляет свыше 60 000 бит/дюйм. Запись производится на 144 дорожки. Совместимость кассет различных типов является чрезвычайно важным фактором, который необходимо учитывать при выборе устройства резервирования информации на магнитной ленте, так как ленты не всегда совместимы по своим магнитным свойствам. Наряду с распространенными в настоящее время устройствами резервного копирования форматов QIC становятся популярны и другие устройства копирования на магнитной ленте, в частности, в компьютерных сетях, манипулирующих большими объемами данных.

Существуют следующие стандарты записи данных на магнитные ленты.

Фирмой Sony освоен выпуск устройств, в которых используются магнитные ленты шириной 4 мм для цифровой звукозаписи DAT (*Digital Audio Tape*) и ленты шириной 8 мм для видеозаписи. Кроме того, разработан стандарт для хранения данных в цифровом виде DDS (*Digital Data Storage*). При записи данных на магнитную ленту применяется наклонно-строчная технология, в результате которой используется практически вся поверхность ленты (в отличие от других методов, в которых дорожки оказываются разделенными промежутками). Технология первого поколения формата DDS-1 обеспечивает емкость 2 Гбайт при максимальной скорости 0,55 Мбайт/с. При снижении ширины дорожки в устройствах четвертого поколения DDS-4 до 6,8 мкм и увеличении длины ленты до 150 м емкость превысила 16 Гбайт при почти пятикратном увеличении скорости.

В середине 1990-х гг. появилась новая технология, позволяющая обеспечить более высокую емкость, скорость передачи данных и надежность резервного копирования — технология DLT (*Digital Linear Tape*), которая считается одной из самых популярных.

По своему принципу записи технология DLT аналогична применяемой в аудиокассетах. Увеличение плотности записи достигается благодаря тому, что магнитная головка имеет несколько каналов для записи и столько же для чтения. Кроме того, устройство автоматического позиционирования позволяет ей перемещаться и вдоль вертикальной оси. В устройствах DLT-4000 головка имеет два канала, расположенные один над другим; при этом за счет смещения головки число дорожек на одной ленте может достигать 128.

Целостность записанной информации обеспечивается многоуровневой системой защиты. Запись на ленту всегда сопровождается одновременным чтением через дополнительный канал. Для защиты от возможных ошибок на ленту записывается код контрольной суммы (*Cyclic Redundancy Code*, CRC).

Накопители DLT могут хранить 20 ... 40 Гбайт данных и обеспечивают скорость передачи данных 1,5 ... 3,0 Мбайт/с. Расчетный срок службы ленты — 500 000 перемоток.

Накопители DLT благодаря высоким техническим характеристикам чаще всего применяются при реализации резервного копирования больших массивов данных, а также для обеспечения быстрого доступа к ранее записанной информации.

Стандарт кассет TRAVAN разработала фирма 3М. Накопители TRAVAN размещаются в отсеке для дисководов 3,5". Они могут работать как с оригинальными мини-кассетами стандарта TRAVAN, так и с кассетами стандарта QIC. Кассета (или картридж) TRAVAN содержит 225-метровую магнитную ленту шириной 8 мм. Существуют пять типов кассет и накопителей TRAVAN (TR-1 ... TR-5). Все накопители TRAVAN обеспечивают аппаратное сжатие данных с коэффициентом 2:1, что увеличивает емкость кассет вдвое, т.е. накопитель TR-5 способен хранить до 20 Гбайт информации. Накопители TR-1 ... TR-3 обычно подключаются к системе через контроллер накопителя на гибких дисках или параллельный порт, а TR-4, TR-5 используют интерфейс SCSI-2.

Компания Exabyte разработала 8-миллиметровое ленточное устройство Mammoth, в котором были реализованы новые технические решения: система высокоточного позиционирования ленты; встроенная система динамической очистки магнитной головки (теперь головку требовалось чистить каждые 72 ч, а не каждые 30 ч, как раньше); новый состав магнитного слоя ленты.

Ленточное устройство компании Quantum Super DLTtape обладает емкостью одного магнитного носителя от 100 Гбайт до 1 Тбайт, скоростью передачи данных — от 10 Мбайт/с до 100 Мбайт/с. В отличие от DLT, здесь в качестве ленточного носителя применяется кассета, аналогичная кассетам формата QIC. При работе ленточного устройства сама лента всегда находится внутри кассеты, соприкасаясь своим магнитным слоем лишь с магнитной головкой.

С целью увеличения объема хранимых данных на ленте, а также для повышения скорости записи был разработан стандарт MLR. В этом случае блоки данных объединяются в отдельные фреймы, где каждый фрейм соответствует определенной дорожке на ленте.

Для обеспечения гарантированного хранения особо важных данных в оригинальных накопителях применяется новая магнитная головка и технология записи MLR-RWR (*Multi-channel Linear Recording-Read While Write*), заключающаяся в том, что одновременно с записью информации по нескольким каналам производится ее считывание и сравнение с исходной, а в случае необходимости — коррекция.

Ленточные библиотеки предназначены для оперативного управления ленточными носителями, благодаря чему оператору больше не надо заботиться о своевременной загрузке того или иного ленточного носителя. Как правило, в качестве первого критерия при выборе ленточной библиотеки выступает максимальный объем хранимых данных. Однако необходимо учитывать и то, какие типы ленточных устройств установлены в библиотеке.

На малых предприятиях, в удаленных офисах, а также при объеме данных до 50 Гбайт часто применяются ленточные библиотеки, наподобие FlexiPack Autoloader. Эта библиотека позволяет управлять шестью лентами типа DDS-3 при максимальной емкости 72 Гбайт и обеспечивать скорость передачи данных до 1 Мбайт/с.

При объеме резервируемых данных от 50 до 350 Гбайт основными требованиями к библиотеке являются скорость и объемы копируемых данных. Здесь по праву наибольшим спросом пользуются устройства на базе ленточных накопителей DLT. Примером подобной библиотеки может служить решение на базе Sun StorEdge L9 Autoloader. Библиотека позволяет организовать работу с девятью лентами, каждая из которых способна вместить до 40 Гбайт данных, что дает суммарную емкость 360 Гбайт. В качестве ленточного накопителя в библиотеке используется DLT-8000.

Когда полный объем копируемых данных приближается к величине 100 Гбайт, что актуально для крупных телекоммуникационных

компаний и заводов, а также для организаций, где приходится обрабатывать большие объемы транзакций, целесообразно применение мощных роботизированных библиотек с несколькими одновременно работающими ленточными накопителями DLT-7000 или DLT-8000. Суммарные объемы хранимых данных для всей библиотеки могут достигать нескольких десятков терабайтов.

В качестве примера можно представить Sun StorEdge L700. Библиотека позволяет организовать хранение данных объемом до 24 Тбайт на 690 лентах. Она содержит 20 ленточных накопителей DLT-7000 и обеспечивает суммарную скорость копирования данных до 100 Мбайт/с.

Технологию AIT (Advanced Intelligent Type) разработала корпорация Sony, сотрудничая с компанией Exabyte. Она построена на использовании 8-миллиметровых лент, однако в отличие, например, от DAT в ней используются барабаны большего диаметра с меньшей скоростью вращения. В картриджах AIT находится высокотехнологичная лента AME (*Advanced Metal Evaporated*), обеспечивающая повышенную плотность и скорость записи по сравнению с обычной. Хотя ширина носителя в AIT также составляет 8 мм, накопители стандарта AIT полностью несовместимы с классическими 8-миллиметровыми устройствами. В 2006 г. был предложен переходный формат AIT-3Ex, который отличается объемом 390 Гбайт скоростью записи данных — до 18 Мбайт/с. Показатель наработки на отказ у AIT-3Ex составляет не менее 400 тыс. ч при 100 %-й нагрузке. В конце 2007 г. начались поставки накопителей, поддерживающих технологию AIT-5. Емкость одного картриджа достигает 400 Гбайт (1,04 Тбайт с компрессией).

Технология Super AIT стала развитием технологии Sony AIT. Накопители Super AIT выполнены с учетом формфактора 5,25", а приемная катушка размещена в самом приводе. Собственно картридж однокатушечный, а лента имеет ширину 0,5". Увеличение ширины ленты с 8 до 12,7 мм (0,5") позволило довести емкость картриджа до 500 Гбайт несжатых данных (1,3 Тбайт с компрессией).

В перспективе технология Super AIT-2, в которой емкость картриджа вырастет в два раза — до 1 Тбайт (2,6 Тбайт с компрессией) при скорости обмена 60 Мбайт/с.

Технологию VXA разработали в компании Erix. Согласно VXA, данные считываются и записываются пакетами. Перед записью на носитель длинные строки данных разбиваются на небольшие части, или пакеты данных. Емкость картриджа для устройств третьего поколения VXA-3 составляет 320 Гбайт (при аппаратном сжатии данных), а скорость чтения-записи достигает 24 Мбайт/с. На рынке

предлагается три вида картриджей, различающихся по емкости: 80, 160 и 320 Гбайт.

Технология LTO (*Linear Tape Open*) реализует многоканальную серпантинную запись с высокой плотностью. На базе технологии LTO существует два формата: Ultrium (интенсивная запись) и Accelis (интенсивное чтение). В картридже встраивается специальный модуль LTO-СМ (*LTO Cartridge Memory*), содержащий энергонезависимую память.

Спецификация магнитных лент четвертого поколения LTO-4 позволяет, например, читать ленты, записанные на устройствах HP, на ленточных накопителях IBM, обеспечивает производительность 160 Мбайт/с, обладает емкостью картриджа 800 Гбайт.

3.8. ВНЕШНИЕ УСТРОЙСТВА ХРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

3.8.1. Технология LS-120

Решение проблемы хранения резервных копий и архивов связано с созданием таких накопителей, как LS-120, SyQuest, Zip, Jaz, MO, ORB и др. Все перечисленные устройства несовместимы с FDD, поскольку работают только со своими дисками. Исключение составляет дисковод LS-120, который в состоянии читать, кроме своих дискет емкостью 120 Мбайт, стандартные дискеты емкостью 1,44 Мбайт.

Технология LS-120 разработана группой производителей Compaq, Imation, Matsushita, O.R. Technology исключительно с целью замены обычных дисководов гибких дисков 1,44 Мбайт и основана на уникальной комбинации оптической и магнитной технологий записи данных. На поверхности дискеты LS-120 нанесены высокоточные оптические дорожки, которые не несут никакой полезной информации, и используются лазерной следящей системой дисковода для высокоточного позиционирования магнитной головки на нужную дорожку. Отсюда и название Laser Servo (LS) — оптическая система слежения. Оптические треки с высокой точностью наносятся на дискету на заводе, и не могут быть случайно стерты или перезаписаны пользователем. Если в привод вставлена дискета LS-120, то лазерная система слежения обнаруживает наличие оптических дорожек на поверхности диска и очень точно позиционирует головку дисковода на нужный трек. Подобная система слежения с высоко-

точным позиционированием позволяет намного увеличить плотность дорожек на диске. На поверхности дискеты LS-120 умещается 2 490 дорожек на дюйм (у обычных дискет 1,44 Мбайт HD — всего 135 дорожек на дюйм). Треки с данными записываются обычным магнитным способом.

SuperDisk LS-120 является единственной технологией для внешних носителей высокой емкости, позволяющей читать и записывать как дискеты LS-120, так и обычные дискеты 3,5" высокой и двойной плотности. Это обеспечивается применением специальной двухзачерной магнитной головки. Скорость вращения диска увеличена в несколько раз, что позволяет работать с дискетами на большей скорости, чем в обычном дисковом. На дискеты LS-120 с лазерной разметкой умещается 120 Мбайт данных. Для магнитной записи высокой плотности поверхность этих дискет покрывается по специальной двухслойной технологии высококоэрцитивным металлическим составом. Магнитный слой наносится на тонкую 0,0025-дюймовую полиэтиленовую подложку.

Дискеты LS-120 выглядят так же, как обычные, и имеют окошко защиты от записи. Современные материнские платы поддерживают загрузку с LS-120.

3.8.2. Накопители на сменных жестких дисках

Сменные жесткие диски используются при необходимости размещения больших объемов данных на малогабаритных носителях. У сменного винчестера переносным является не только носитель информации, но и весь дисковод, который вынимается из своих направляющих в корпусе ПК. Чаще всего это IDE-диски, которые устанавливаются в корпус компьютера. Основными функциями сменных накопителей являются: резервное копирование всех данных на жестком диске; удаление данных и прикладных программ с жесткого диска; распространение данных; дополнение к жесткому диску.

ZIP-накопитель (ZIP Drive) для сменных магнитных дисков с очень высокой плотностью записи разработан и выпускается в основном фирмой Imomega, которая доминирует на рынке этого вида продукции. Эффективность накопителей ZIP определяется высокой скоростью вращения и предложенной Imomega технологией, основанной на аэродинамическом эффекте Бернулли, в соответствии с которым гибкий диск сам притягивается к головке чтения-

записи, а не наоборот, как это имеет место в НЖМД. Различные варианты конструкции ZIP-дисководов предусматривают возможность их использования во встроенном в настольные ПК варианте, а также в виде отдельного блока, в том числе в малогабаритном исполнении для переносных ПК (с автономным источником питания и без него). Наибольшее число моделей ZIP-дисководов поставляется с интерфейсами пяти типов: EIDE, IDE, параллельным, SCSI и USB. Наиболее высокой производительностью обладают дисководы с интерфейсами EIDE и SCSI. Привод стал стандартным для ПК типа Macintosh и широко используется в графических станциях.

ORB-накопитель на сменных дисках, разработанный на основе передовой технологии MR (*Magneto Resistive*) фирмы Intel. В качестве носителя данных используется сменный жесткий диск форматом 3,5", заключенный в картридж. Посредством использования технологии MR (магниторезистивных головок и особого магнитного материала), а также цифрового сигнального процессора удалось создать накопитель на сменных дисках емкостью 2,2 Гбайт со скоростью вращения 5 400 об/мин и максимальной скоростью передачи данных 12,2 Мбайт/с. Накопители ORB разработаны на нескольких интерфейсах. На внешних дисководах реализован интерфейс SCSI. На внутренних используется как SCSI-интерфейс, так и EIDE. Кроме этого, как внешние, так и внутренние дисководы выпускаются с интерфейсом USB.

3.8.3. Flash-память

Flash-память (от *англ.* вспышка, кадр) — особый вид энергонезависимой перезаписываемой полупроводниковой памяти. Первые образцы Flash-памяти были разработаны в 1984 г. инженерами компании Toshiba.

Этот вид памяти не содержит механических элементов, допускает многократное изменение размещаемой информации и не требует дополнительной энергии для хранения.

Flash-память сочетает в себе свойства памяти с произвольной выборкой (RAM) и постоянного запоминающего устройства (ROM), т. е. позволяет изменять информацию, как RAM, и не теряет информацию при отключении питания, как ROM. Информация, записанная на Flash-память, может храниться до 100 лет и допускает до 1 млн циклов перезаписи.

Выпускается два основных типа Flash-памяти:

- NOR (*Not OR* — логическое НЕ—ИЛИ) — разработана компанией Intel в 1988 г.;

- NAND (*Not AND* — логическое НЕ — И) — разработана компанией Toshiba в 1989 г.

NOR-память обеспечивает возможность произвольного чтения-записи данных (вплоть до отдельных байтов) и быстрое считывание, но при этом относительно медленные схемы записи и стирания. Кроме того, такая память имеет довольно крупные ячейки (к каждой необходимо подвести контакт), что вызывает сложности в изготовлении и повышении емкости. Рассчитана на хранение кода.

NAND-память обеспечивает блочный доступ, быстрые процедуры стирания и записи, дешевизну и простоту наращивания емкости модулей. Данные на Flash-памяти NAND считываются поблочно. Размер единичного блока варьируется от 256 байт до 256 Кбайт. Практически все современные микросхемы позволяют работать с блоками разного размера. Благодаря блочной организации Flash-памяти NAND она дешевле, оптимизирована для массовых приложений, является самой распространенной формой.

В простейшем случае одна ячейка Flash-памяти содержит один бит и может быть выполнена как на одном, так и на двух полевых транзисторах. Сам транзистор включает в себя специальную электрически изолированную область, называемую «плавающим затвором», как показано на рис. 3.16. Этот термин возник из-за того, что потенциал этой области не является стабильным, что позволяет накапливать в ней электроны, т. е. заряд, и именно здесь хранится информация. Наличие или отсутствие заряда кодирует один бит: логическая 1 — заряда нет, логический 0 — есть. Выше «плавающего» находится управляющий затвор, который является неотъемлемой частью при процессе записи-стирания данных памяти. При программировании между истоком и стоком, вследствие воздействия положительного поля на управляющем затворе создается канал — поток электронов. Некоторые из электронов благодаря наличию большей энергии преодолевают слой диэлектрика и попадают на плавающий затвор, где могут храниться в течение нескольких лет. Для стирания информации на управляющий затвор подается высокое отрицательное напряжение, и электроны с плавающего затвора переходят (туннелируют) на исток.

Flash-память нашла свое применение в системах управления, функционирующих в сложных условиях эксплуатации, где использование других носителей информации невозможно. Например, на производстве, транспорте, в авиации и космонавтике. Вместе с тем, Flash-память эффективна и в бытовом использовании. Она входит в состав любого компьютера как микросхема BIOS системной платы, а также в различные устройства (CD-ROM, видеоадаптер, зву-

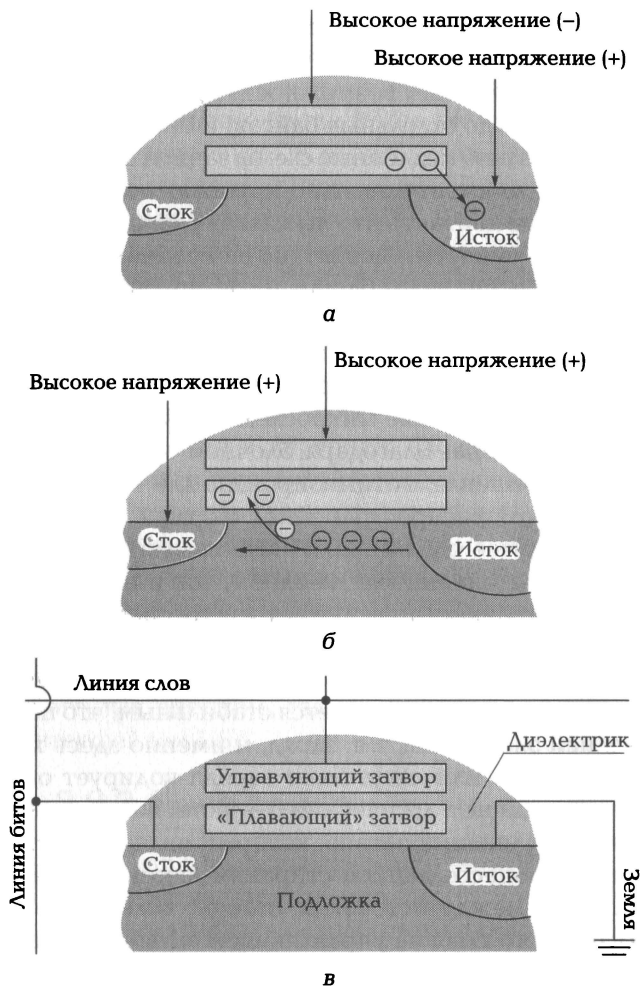


Рис. 3.16. Ячейка Flash-памяти на базе полевого транзистора. Составляющие соответствуют:

а — логический 0 (ток со стока на исток отсутствует); б — логическая 1; в — структура

ковую карту, модем). SIM-карта сотовых телефонов тоже содержит в себе Flash-память.

В устройствах портативной техники применяются следующие основные типы Flash-памяти:

- *CompactFlash Card* — сменная карта памяти в цифровые фотоаппараты Canon;

- *SmartMedia Card* для компактных Flash-плееров, цифровых фотоаппаратов Olympus;
- *Multi Media Card* для мобильных телефонов производства Siemens и Nokia и в карманных ПК;
- *SecureDigital Card* для аудио- и видеотехники, мобильных телефонов, цифровых фотоаппаратов, карманных ПК; в устройствах фирм HP, Samsung и многих других производителей;
- *MemoryStick Card* — цифровая техника Sony;
- *xD-Picture Card* — цифровые фотоаппараты Olympus/Fujifilm.

Помимо этого Flash-память выпускается в виде традиционных модулей — плат оперативной памяти, которые используются в автоответчиках, факсах и других устройствах, требующих хранения, мгновенного воспроизведения и буферизации полученной информации.

Помимо внешнего вида у этих сменных карт памяти есть ряд принципиальных отличий в скорости записи-чтения, максимальной емкости, энергопотреблении. Эксперты считают, что по совокупности этих параметров лидирующее положение занимают CompactFlash и SecureDigital Card.

Широкое распространение среди пользователей ПК получили USB-Flash. Этот тип Flash-накопителей появился в 2001 г. и достаточно быстро завоевал популярность, активно вытеснив накопители на гибких магнитных дисках, поскольку при малых габаритных размерах имеет больший объем памяти, обладает значительно большей скоростью передачи данных, отличается высокой надежностью. Для того чтобы использовать накопитель, достаточно его подключить к USB-порту компьютера с ОС Windows.

Внутри корпуса накопителя находится контроллер интерфейса USB и Flash-памяти и, собственно, сама микросхема Flash-памяти. К дополнительным устройствам относятся разъем интерфейса USB для подключения к компьютеру, индикатор состояния устройства, а также конденсаторы и резисторы, объединяющие микросхемы на плате.

Основными характеристиками данного типа накопителей, так же как и карт памяти, являются: тип USB интерфейса (1.1 или 2.0); скорость чтения и записи данных; число циклов перезаписи; время хранения данных; габаритные размеры и масса.

При выборе USB-Flash целесообразно ориентироваться на модули больших объемов (1...2 Гбайт и более), с интерфейсом USB 2.0,

обеспечивающим высокую скорость копирования. При использовании с USB-Flash удлинителя или разветвителя во избежание потери скорости передачи данных желательно выбирать спецификацию USB 2.0.

Лидерами продаж на российском рынке являются USB-Flash производства известных компаний: Transcend (серия Jet Flash), Kingston, A-data (компактная серия Agenie), Canyon.

Следующим этапом совершенствования USB-Flash являются универсальные устройства, широко использующие возможности Flash-памяти как портативного носителя цифровой информации, MP3-плееры, обеспечивающие хранение аудиоинформации в самом популярном формате MP3, которые полностью вытеснили CD-версии.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие виды накопителей информации применяются в составе технических средств информатизации?
2. Какие физические процессы положены в основу записи и воспроизведения информации на магнитных носителях?
3. Из каких основных конструктивных элементов состоит дисковод для гибких магнитных дисков и как он функционирует?
4. Назовите основные конструктивные элементы накопителя на жестких магнитных дисках. Объясните их функциональное назначение.
5. Какие основные характеристики необходимо принимать во внимание при выборе накопителя на жестком магнитном диске?
6. Перечислите основные этапы процесса изготовления CD-дисков. Как производится организация данных на CD-ROM?
7. Как производится запись информации на дисках CD-WORM, CD-R и CD-RW?
8. В чем основное преимущество накопителей DVD? Как производится считывание информации с двухслойного DVD-диска?
9. Как производятся запись и считывание информации с магнитооптических дисков?
10. Перечислите области применения, преимущества и недостатки накопителей на магнитной ленте.
11. Как работает Flash-память?