Хакасский государственный университет имени Н.Ф. Катанова

Институт Информатики и Телематики

## Р Е Ф Е Р А Т

### На тему:

### «Оптические и магнитооптические диски»

Выполнил: студент 1-го курса ИИТ гр. 10

 Рябцев Г.В.

Проверил: Глущенко Н.В.

Абакан, 2001

Содержание

1. ВВЕДЕНИЕ
2. ОПТИЧЕСКИЕ ДИСКИ: ПРИНЦИПЫ, УСТРОЙСТВО, ПЕРСПЕКТИВЫ
3. ТИПЫ СЕКТОРОВ
4. ДОРОЖКИ, СЕАНСЫ, ДИСКИ
5. ФАЙЛОВАЯ СТРУКТУРА CD-ROM
6. ФОРМАТЫ CD
7. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТИПЫ CD
8. DVD – СКОЛЬКО ГДЕ И КАК?
9. СТАНДАРТЫ, ФОРМАТЫ, ФАЙЛЫ
10. МАГНИТООПТИЧЕСКИЕ ДИСКИ
11. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

***Введение***

Мой реферат посвящен оптическим дискам и их потомкам (CD-R; DVD; Магнитно-оптическим дискам и т.д.). Информация найденная мной датируется 96-ым годом поэтому возможно некоторые примеры будут выглядеть с точки зрения сегодняшнего гня весьма забавно.

### ОПТИЧЕСКИЕ ДИСКИ: ПРИНЦИПЫ, УСТРОЙСТВО, ПЕРСПЕКТИВЫ

Самым мелким (и на сегодня независимым от типа диска) элементом формата служит EFM-фрейм (Eight to Fourteen Modulation - кодирование 8 в 14). Он содержит 33 байта: первый байт - управления и идентифи­кации - и 32 байта, полученных путем помехоустойчивого кодирования 24 полезных байтов данных (см. рис. 1). 98 таких фреймов собирают вместе и образуют аудио-сектор, содержащий 24\*98=2352 байта данных и 98 байтов управления и идентификации.

Байты управления и идентификации аудио-сектора путем объединения одноименных разрядов байтов управления образуют восемь фреймов подканала (Subcode Channel), обозначаемых латинскими буквами P, Q,..., W. Каждый фрейм подканала начинается с двух битов синхронизации, кроме которых содержит еще 12 байтов. Два последних байта используются для подсчета собственной контрольной суммы, так как механизм коррекции ошибок в информационном фрейме не распространяется на байты управления и идентификации (эти байты при записи предшествуют уже закодированной информационной части фрейма).

Фреймы подканала образуют основной механизм хранения служебной информации, как то: идентифика­ционные номера диска и дорожки, номер дорожки на диске, временные параметры отдельных фрагментов записи и т.д. P-фрейм используется для хранения флажков паузы, которые имеются, в частности, между му­зыкальными фрагментами. Этот фрейм подканала предназначался для самых простых аудио-проигрывате­лей, устройство управления которых не обладало достаточным быстродействием для реализации других механизмов поиска требуемого фрагмента. Фреймы подканалов от R до W могут использоваться различ­ными приложениями, в частности, для вывода текста на "экран" одновременно со звуком или для выдачи команд MIDI (musical instrument digital interface) - цифрового интерфейса управления музыкальными инст­рументами. К более подробному рассмотрению структуры Q-фрейма подканала мы вернемся позже.

24 байта данных каждого EFM-фрейма, собранные вместе (всего 2352 байта), образуют данные аудио-сек­тора, иногда называемого сектором Красной книги. (Напомним, что в CD-технике стандарты принято име­новать по цвету обложки публикации). Способ использования этих данных в значительной степени опреде­ляет тип диска (количество различных типов диска перевалило за полтора десятка). Обычно выделяют пять типов секторов.

Между аудио-сектором (наименьшим форматно- зависимым элементом) и диском (самым "крупным" элементом формата) существует еще две ступени. Это дорожки (tracks) и сеансы (sessions).

Деление на дорожки довольно старое и связано с разделением аудио- диска на отдельные музыкальные фрагменты для облегчения поиска фрагментов и управления воспроизведением звука. Тем не менее деление на дорожки сохранилось и в CD-ROM, так как обеспечивает удобный доступ к фрагментам записи и позво­ляет сгруппировать сектора одного типа для упрощения работы системы управления накопителем на CD-ROM.

Сеансы - позднее нововведение, связанное с подготовкой в 1990 году CD-R (CD Recordable - записывае­мые CD). CD-R появились на рынке в 1992 году. Сеанс объединяет все необходимые компоненты, обеспе­чивающие возможность работы с CD-R обычных проигрывателей ("читающих" накопителей). Таким обра­зом, сеанс является своего рода "квантом" записи. Данные незавершенного сеанса записи не могут быть прочитаны обычными средствами. До 1990 года понятие сеанса было тождественно понятию диска, однако с появлением CD-R стало возможно записывать диски порциями. Типичный пример Photo-CD - компакт-диск для хранения изображений, подразумевающий, по идее создания, что данные будут дописываться на него по мере накопления. Чтобы рассмотреть интересующую нас классификацию дисков, придется описать типы секторов, дорожек и сеансов.

### Типы секторов

Первым типом сектора, естественно, был и остается аудио-сектор, иначе называемый сектором Красной книги. Это просто 2352 байта, рассматриваемых как 16-разрядные отсчеты двух или четырех звуковых ка­налов, то есть как 588 стерео- или 294 квадро-отсчета. Мнемоническое правило: "цвет дорожки не меняется" - подразумевает, что в пределах одной дорожки все сектора должны определяться одним стандартом. Если это стандарт Красной книги, то мы получаем дорожку, содержащую только аудио-сектора. Использовать такие дорожки в компьютерных приложениях крайне невыгодно (аудио-данные можно неплохо сжать для экономии места).

Все остальные типы секторов имеют одинаковое начало: 12 байтов синхронизации (00h, 10 байт FFh, 00h) и четырехбайтовый заголовок. Оставшиеся 2336 байтов используются по-разному, что определено в двух стандартах: Желтой и Зеленой книгах.

Принятая в 1985 году Желтая книга определила CD-ROM, а позднее дополнилась и CD-ROM XA (Compact Disc Read Only Media eXtended Architecture). В этом стандарте определились два типа секторов данных: вид 1 (mode 1) и вид 2 (mode 2). Причиной разделения секторов данных на два вида явились раз­личные требования к достоверности воспроизведенной информации. Такие требования для аудио- и видео- информации значительно мягче, чем для программ (в самом деле, случайная ошибка в воспроизведении му­зыкального фрагмента может быть замаскирована, а в худшем случае вызовет щелчок в динамике, тогда как искажение даже одного байта программы обычно вызывает ее необратимое разрушение). Для программ, архивов (в общем случае, для произвольных файлов данных) нужны дополнительные средства коррекции ошибок. С другой стороны, жалко тратить дополнительные усилия и расходовать место на диске для кор­рекции ошибок в аудио- и видеоданных.

Для обеспечения повышенной достоверности в секторе Желтой книги первого вида (далее сектор второго типа; первый - аудио) выделяется 4 байта кода, обнаруживающего ошибки (EDC - Error Detection Code), и 276 байтов кода, корректирующего ошибки (ECC - Error Correction Code). Эти дополнительные средства борьбы с ошибками, используемые после того, как данные обработаны кодами уровней C1 и C2, называют третьим уровнем коррекции ошибок (C3). В результате обеспечивается снижение вероятности ошибки до уровня 10-15...10-16 (разумеется, имеются в виду случайные источники ошибок: пыль, незначительные по­вреждения или дефекты материала основы и т.п., а не коррекция ошибок от разрушающих повреждений диска).

Таким образом, сектор второго типа имеет вид, показанный на рис. 2.

Рис.2. Сектор второго типа (первый вид сектора Желтой книги)


Рис.3. Сектор третьего типа (второй вид сектора Желтой книги)

Сектор третьего типа (второй вид сектора Желтой книги) отличается отсутствием средств коррекции оши­бок, и таким образом объем полезных данных удается довести до 2336 байтов (рис. 3).

Именно сектора второго типа и образовали первые CD-ROM. Этот тип секторов применяют и сейчас. Что касается секторов третьего типа, то их постигла неудача: современные приложения их практически не ис­пользуют. Накопители хотя и способны выполнить чтение таких дисков, но для дальнейшей работы требу­ются специальные программные средства, которые обеспечили бы декодирование и взаимодействие с этими данными.

Сектора второго и третьего типа не могут находиться на одной дорожке. Вероятно, это и послужило ос­новной причиной постепенного отказа от таких секторов в пользу секторов CD-ROM XA, совпадающих по структуре с секторами данных Зеленой книги (CD-I: compact disc interactive system) - рис. 4, 5.

Поскольку сектора четвертого и пятого типов принадлежат к одному виду (только к разным формам), то они могут находиться одновременно на одной дорожке. Таким образом, становится возможным воспроизве­дение видео- и аудиоданных совместно с секторами данных без междорожечного перемещения головки считывания. Это необходимо для нормальной работы multimedia-приложений в реальном времени.

Рис.4. Сектор четвертого типа: первая форма второго
вида секторов данных CD-ROM XA / Зеленой книги


Рис. 5. Сектор пятого типа: вторая форма второго
вида секторов данных CD-ROM XA / Зеленой книги


### Дорожки, сеансы, диски

Следующая ступень группировки данных - дорожки. Наиболее развито это понятие для CD-DA, но суще­ствуют дорожки и на Желтых дисках (т.е. дисках, соответствующих стандарту Желтой книги - CD-ROM) и на Зеленых дисках (CD-I). И наконец, совокупность заголовочной области с оглавлением (Lead-In содержащая TOC - Table Of Contents), области данных (совокупности дорожек) и финальной (Lead-Out) области образуют сеанс (Session). В простейшем случае сеанс занимает весь диск (рис. 6)

Рис 6. Компакт диск

Для адресации дорожек в пределах сеансов, секторов в пределах дорожек и сеансов (или диска) использу­ется понятие времени (эта традиция связана с развитием CD первоначально для аудио-приложений). Разли­чают ОТНОСИТЕЛЬНОЕ время (Relative Time), измеряемое в минутах (MIN), секундах (SEC) и фреймах (FRAME) от первого ненулевого аудио-отсчета дорожки, и АБСОЛЮТНОЕ время (Absolute Time), изме­ряемое в минутах (AMIN), секундах (ASEC) и фреймах (AFRAME) от начала области данных. Во всех слу­чаях под фреймом понимается фрейм подканала, соответствующий сектору. Во всех видах дорожек счет времени происходит в Q-фрейме подканала. Структура такого фрейма пока­зана на рис. 7. Под номер дорожки (TNO) отведены две десятичные цифры (от 01 до 99), которые и опреде­ляют максимальное количество дорожек. Значение TNO=00 соответствует паузе, а TNO=AA - финальной области сеанса. В секторах данных информация о времени дублируется в заголовках, в которых также при­водится вид сектора: десятичное число от 0 до 2 (см. рис. 2 - 5). Диски CD-ROM XA, кроме того, содержат дополнительное разделение секторов на файлы (для секторов данных - форма 1) или каналы (для секторов с аудио- видеоинформацией - форма 2). Номер файла (от 0 до 255) или канала (от 0 до 15 для аудио- и от 0 до 31 для видеоканала) содержится в подзаголовке, дважды повторяясь в байтах 1, 5 и 2, 6 соответственно. Кроме того, в заголовке содержатся, также повторяясь в бай­тах 3 и 7, признаки (флаги) типа сектора - данные, аудио, видео- а также метод кодирования (байты 4 и 8 подзаголовка). Сектора, принадлежащие одним и тем же файлам (или каналам), благодаря наличию номеров файла и канала, могут идти не подряд, а перемежая друг друга и обеспечивая необходимую последователь­ность доступа в реальном времени. Записываемое в заголовочной области оглавление хранится полностью в Q-фреймах, в соответствующих этим фреймам секторах заголовочной области - "аудио-тишина". Формат такого фрейма показан на рисунке 8. Две десятичных цифры (POINT) задают номер дорожки (от 01 до 99; в этом случае параметры PMIN, PSEC, PFRAME задают расположение этой дорожки), либо принимают специальные значения - A0, A1, A2. В последнем случае те же параметры PMIN, PSEC, PFRAME задают номера начальной и конечной дорожки (для аудиодисков и CD-ROM), а так же расположение финальной области. Благодаря универсализации дорожек удается сделать CD-проигрыватели нечувствительными к различиям между аудио- дисками и CD-ROM. Обычный проигрыватель делит CD на три группы: аудио и CD-ROM (Красные/Желтые) - признак: PSEC=00 при POINT=A0; CD-I (Зеленые) - признак: PSEC=10 при POINT=A0; Переходные (Bridge) - признак: PSEC=20 при POINT=A0.

Различие между аудио и CD-ROM обеспечивается за счет третьего бита полубайта управления (см. рис. 7).

Рис.7. Структура Q- фрейма (музыкальная дорожка или дорожка данных)

Многосеансовые (multisession) диски и процедуры завершения записи (fixate)

С 1990 года сеанс перестал быть аналогом диска. При записи на диск нескольких сеансов возникает, соот­ветственно, и несколько оглавлений (TOC). Для того, чтобы зафиксировать момент завершения записи дан­ных, необходимо выполнить специальную процедуру завершения, которая сформирует и запишет, в частно­сти, заголовочную и финальную области, место для которых предварительно резервируется. До завершения такой записи нет возможности работать с диском на обычном проигрывателе. Однако такое завершение на многосеансовом диске может быть как окончательным (записан последний сеанс), так и промежуточным (записан не последний сеанс).

Чтобы представить себе механизм такого завершения, следует отметить, что в многосеансовых дисках в заголовочной области имеется указатель на начало следующего сеанса (его заголовочной области). Призна­ком промежуточного завершения служит указатель на начало еще не существующей заголовочной области на "чистом" месте CD-R. (Работа с CD-R представлена в Оранжевой книге). Отсутствие такого указателя является признаком окончательного завершения диска.

Диск может существовать и без завершения: такой диск не будет обрабатываться стандартным читающим CD-ROM накопителем, однако он должен обрабатываться на устройстве записи, чтобы можно было про­должить и завершить запись. Записывающий накопитель значительно более "сообразительное" устройство, чем обычный проигрыватель (недаром он стоит на порядок больше). Такой накопитель умеет "читать между строк", то есть считывать информацию из прообраза (pre-groove) дорожки, имеющийся на "чистом" (Оран­жевом) диске. Такой прообраз - неглубокая непрерывная канавка с небольшим колебанием (Wobble), час­тота которого при номинальной скорости диска составляет 22,05 кГц (половина частоты дискретизации). Путем частотной модуляции этого колебания в прообразе записаны временные характеристики, называемые ATIP (Absolute Time in Pregroove - абсолютное время в прообразе дорожки), которые записывающий нако­питель может прочитать и таким образом легко найти точку продолжения записи.

Единственная сложность состоит в том, что до завершения записи нельзя сохранить TOC. Выйти из по­ложения можно за счет использования специальной зоны CD-R - области регистрации (PMA - Program Memory Area). В этой области записывается предварительная редакция TOC, что позволяет продолжить и завершить сеанс.

Рис.8. Элемент оглавления (ТОС)

Накопитель, умеющий обрабатывать многосеансовые диски, обнаружив указатель на следующий сеанс, ищет его и последовательно считывает все TOC в память. После этого все сеансы доступны для чтения. Ста­рые и некоторые дешевые типы накопителей не имеют такой возможности. Поэтому на многосеансовых (multisession) дисках такие накопители "увидят" только первый сеанс. В случае, когда многосеансовая работа связана с замещением файлов, этот накопитель может "предъявить" перезаписанные данные как действительные. Чтобы рассмотреть этот вопрос подробнее, потребуется представление о файловой структуре CD-ROM.

### Файловая структура CD-ROM

    Файловая структура CD-ROM разрабатывалась как совместимая с Unix, VAX/VMS и MS-DOS системами и производными от них. Наиболее популярным стал стандарт ISO 9660, основанный на результатах конференции в отеле High Sierra в Неваде, поэтому иногда его называют файловой системой High Sierra. Этот стандарт, создававшийся с целью максимального расширения области использования, достаточно жесткий в своих ограничениях (глубина вложенности каталогов - до 8, расширения в именах каталогов запрещены и т.д.). Более либеральным является пока не завершенный стандарт файловой системы ECMA 168 "Франкфуртские предложения". Согласно ISO 9660, на CD-ROM может быть один или более томов, причем сеанс не может включать несколько томов, но том может пересекать границу сеанса.

    Основными элементами файловой структуры CD-ROM являются:

первичный дескриптор тома (PVD - Primary Volume Descriptor); он всегда находится в шестнадцатом секторе сеанса и содержит ссылки на таблицу путей (PT - Path Table) и корневой каталог (RD - Root Directory);

таблица путей (PT) содержит адреса каталогов (DF - Directory Files).

    Если файловая структура охватывает более одного сеанса, то ссылки из корневого каталога последующих сеансов включают в себя ссылки на каталоги предыдущих сеансов и таким образом каталоги предшествующих сеансов становятся доступными в последующих сеансах. На этом базируется возможность обновления файлов. Несмотря на невозможность стирания, эффект "перезаписи" сохраняется для пользователя: это достигается путем перезаписи в последующем сеансе каталогов, содержащих ссылки на замещаемый файл. Файл, разумеется, также записывается в последующем сеансе, и в новую редакцию каталога включается ссылка на него. При стандартном доступе к файлам будут использоваться ссылки из корневого каталога последнего сеанса, и файл будет выглядеть обновленным, хотя возможность доступа к предшествующей версии при помощи специальной ссылки сохранится.

    Возможен также вариант, когда записываемый позже сеанс является независимым, в этом случае ссылки на сеансы будут аналогичны ссылкам на различные разделы физического диска. Для нормальной работы файловой системы с CD-R весьма желателен накопитель, "понимающий" многосеансовые (multisession) диски. Проверить, обладает ли накопитель такими способностями, легко - достаточно посмотреть каталог многосеансового диска: примитивный проигрыватель "увидит" только каталоги и файлы первого сеанса.
    Видно что, форматы записи оказываются довольно тесно связанными с устройством накопителя CD-ROM.

### Форматы CD

    Очень кратко следует рассмотреть основные форматы, образуемые на CD за счет использования различных секто­ров, дорожек, стандартов.

    Самый старый формат - CD-DA - аудиодиск: единственный сеанс, следовательно, одна заголовочная и дна финальная область, между которыми находятся только дорожки первого типа.

    Следующий по времени - CD-ROM: также единственный сеанс, одна заголовочная область и одна финальная. Между ними находятся дорожки второго типа (формально могут быть и дорожки третьего типа, но на практике они не используются). Этот формат читается любым CD-ROM-накопителем, в том числе и старыми, не различающими несколько сеансов.

    Смешанный диск (Mixed Mode) содержит в единственном сеансе дорожки CD-DA и CD-ROM. Обычный накопитель должен отключать воспроизведение звука, обнаруживая дорожку CD-ROM.

    Более современный вариант диска для multimedia-приложений, использующих звук и видео в реальном времени - CD-ROM XA. Его дорожки данных могут содержать сектора различных форм для хранения данных и сжатых аудио- видеопоследовательностей.

    CD-I (или Зеленый диск). По типу секторов - такой же как CD-ROM XA, однако отличается организацией работы с ним (в частности TOC). Работает на соответствующих ему накопителях.

    CD-I Ready тип 1 - специальная разновидность диска CD-DA, на первой дорожке которого перед первым фрагментом сохраняется дополнительная информация в расширенной преамбуле. Аудио-проигрыватель не должен "замечать" эту информацию (он должен воспринимать ее как обычные 2 секунды тишины перед фрагментом). Увы! Не все старые проигрыватели такие "умные" и могут позиционироваться по оглавлению.
    CD-I Ready тип 2 предлагается для устранения неприятностей, характерных для работы старых типов проигрывателей с дисками предыдущего типа. В нем используется неспособность этих накопителей увидеть второй сеанс (на этом диске два сеанса: первый - обычный аудио, второй - CD-I).

    Для работы одновременно на накопителях CD-ROM XA и CD-I используется так называемый переходной диск CD (CD-Bridge). Это односеансовый диск, у которого первая дорожка CD-I, а остальные CD-ROM. Использование его базируется на разных позициях описания начала данных в накопителях CD-ROM XA и CD-I. В первом случае точка входа находится по адресу 00 мин 02 сек 16 сектор смещение 1024, а во втором случае в том же секторе, но со смещением 0. К этому типу дисков относится Photo-CD.

    Video CD - компакт-диски, использующие сектора пятого типа (вторая форма) и соответствующие Белой книге - относительно молодому стандарту (1993 год), определяющему способ хранения видеоинформации с быстрым интерактивным доступом. Предполагается, что Зеленая книга будет доработана для соответствия дискам Белой книги.

    Многосеансовые (multisession) диски могут состоять из сеансов только CD-ROM или только CD-Bridge и при этом быть как окончательно завершенными (рис. 9), так и допускающими запись дополнительных сеан­сов (рис. 8).

Рис. 8. Многосеансовый диск, завершенный промежуточно


Рис. 9. Многосеансовый диск, завершенный окончательно

    Заметим, что запись сеанса подразумевает кроме записи полезной информации еще и запись заголовочной (включая TOC) и финальной областей. Суммарный объем этих областей около 20 МБ, поэтому:

запись мелких сеансов приводит к непроизводительному расходованию емкости диска;

невозможно "дописать" диск, если на нем осталось свободным менее 20 МБ.

### Перспективные типы CD

    Существующие сегодня CD-ROM "родились" от аудиодисков, технологическая готовность выпуска кото­рых существует уже более 15 лет. За это время возникли и новые технологические возможности, и доста­точный рынок для создания устройства, ориентированного на эффективное хранение данных, и удобные средства доступа к ним. Возможности формата, основанного на Красной книге, почти исчерпаны (одно только хранение оглавления в Q-фрейме подканала при пустующих секторах рубит под корень возможности использования небольших сеансов). Естественно, что мир стремится к созданию более современных CD. Такие CD давно ждут на рынке, для них не только придумали название (High Density Compact Disk - HD CD), но и успели поменять его на MMCD (MultiMedia CD). Ожидается, что за счет уменьшения длины волны считывающего лазера удастся уменьшить размеры пита и расстояние между дорожками. В совокуп­ности с улучшением структуры хранения информации и более современными средствами коррекции оши­бок, возможно, удастся достичь емкости 3,7 ГБ на диск. Еще большую емкость обещает мультиповерхност­ная технология, при которой запись осуществляется на нескольких (для начала на двух) слоях, расположен­ных один над другим. Выбор считываемого слоя обеспечивается фокусировкой луча именно на нем, а чрез­вычайно короткофокусная оптика позволяет уменьшить помеху от другого слоя до приемлемой величины.
    Ресурсы расширения возможностей CD станут немного понятнее после знакомства с устройством накопи­теля и различными вариантами построения его узлов.

### DVD диски

    О том, что обычные CD-ROM диски, рожденные для записи звука, не так уж хорошо подходят для ком­пьютеров общеизвестно. После нескольких лет обсуждения (и до­вольно жесткой конкуренции) различных вариантов улучшенных оптических дисков, имевших звучные на­звания 15 сентября 1995 года было наконец достигнуто принципиальное согласие между различными груп­пами разработчиков о технических основах создания нового диска. В 1995г. (8 декабря) крупнейшие производители CD-ROM приводов и связанных с ними устройств (Toshiba, Matsushita, Sony, Philips, Time Warner, Pioneer, JVC, Hitachi and Mitsubishi Electric) подписали окончательное соглашение, утвердив не только «тонкости» формата, но и название новинки DVD (Digital Video Disk). Впрочем споры вокруг нового стандарта не завершились с принятием соглашения - даже название не находит единогласной поддержки в рядах основателей: весьма распространенной является версия расшифровки аббревиатуры как Digital Versatile Disk - цифровой многофункциональный диск. Экстремисты полагают даже, что DVD следует рас­сматривать просто как «новое слово» в английском языке. И возможно они правы, если судьба новинки бу­дет так успешна, как предвещают и вызовет революцию не только в вычислительной технике, но и в быто­вой электронике.

Отсутствие единого понимания как технических, так и юридических характеристик нового изделия за­трудняет подготовку производства. Несмотря на быстро расширяющийся круг участников лицензионных соглашений и начало выпуска первых устройств, прошедший в США 10-11 ап­реля 1996 года «Первый DVD форум» также не дал окончательной редакции стандартов нового носи­теля информации. Однако, массовый выпуск DVD устройств фактически уже начался в четвертом квартале 1996 года.

### DVD - сколько, где и как

DVD может существовать в нескольких модификациях. Самая про­стая из них похожа на обычный диск, отличающийся только тем, что отражающий слой расположен не на составляющем почти полную толщину (1.2 мм) слое поликарбоната, а на слое половинной толщины (0.6 мм). Вторую половину составляет плоский верхний слой (рис. 10). При этом емкость такого диска достигает 4.7 Гбайт, что обеспечивает более двух часов видео телевизионного качества (компрессия MPEG-2). При этом без особого труда на диске могут дополнительно сохраняться высококачественный стереозвук (на не­скольких языках!) и титры (также многоязычные). Если оба слоя несут информацию (в этом случае нижнее отражающее покрытие полупрозрачное - рис. 11), то суммарная емкость составляет 8.5 Гбайт (некоторое уменьшение емкости каждого слоя вызывается необходимостью уменьшить взаимные помехи при считы­вании дальнего слоя). Toshiba и Time Warner предлагают использовать также двухсторонний двухслойный диск. В этом случае его емкость составит 17 Гбайт!

Рис.10. Структура простого DVD

Рис.11. Двухслойный DVD

    Уже этой характеристики достаточно, чтобы представить себе воздействие, которое может оказать такой диск на кино/видео индустрию. Недаром значительная часть споров и задержек с производством устройств DVD вызвана согласованием способов защиты авторских прав от пиратского копирования. Цифровые сис­темы, как известно, сохраняют качество сигнала при копировании и уже не служат препятствием для созда­ния нелицензионных копий. Поэтому Ассоциация кинопроизводителей Америки (MPAA - Motion Picture Association of America) совместно с Ассоциацией производителей бытовой электроники (Consumer Electronics Manufacturer's Association) возбужденно обсуждают возможности встраивания защиты от нели­цензионного копирования непосредственно в устройства, а также законопроекты, связанные с защитой от копирования. Среди предлагаемых мер не только исключение возможности прямого копирования диск/диск, но и более серьезные меры, такие как модификация операционной системы с целью недопущения копирова­ния данных считанных с DVD на другие носители (ожидается появление таких свойств в Windows 97 где-нибудь к 1998 году). Наиболее радикальная мера - модификация архитектуры ПК с целью принципиального исключения возможности попадания DVD-данных на системную шину, откуда они далее могут быть скопи­рованы (рис. 12). Рабочая группа (Technical Working Group), представляющая интересы производителей ком­пьютеров при этом не остаются в стороне, так как сужение функциональных возможностей устройств может быть не безболезненно.



|  |
| --- |
| Рис. 12. Модифицированная архитектура ПК направ­ляет данные с накопителя DVD на декодер минуя системную шину. |

    Чтобы понять как удалось достичь столь значительного роста объема информации на DVD диске сравним его с CD-ROM. Главное отличие конечно в увеличенной плотности записи информации. За счет перевода считывающего лазера из инфракрасного диапазона (длина волны 780 нм) в красный (с длиной волны 650 нм или 635 нм) и увеличения числовой аппертуры объектива до 0.6 (против 0.45 в CD) дости­гается более чем двухкратное уплотнение дорожек и укорочение длины питов (отражающих высту­пов/впадин), что и видно на рис.13.

Кроме увеличения физической плотности размещения информации на диске произошли изменения и в способах ее представления. Так на смену способа мо­дуляции 8/14 (EFM - eight to fourteen modulation) пришел способ, называемый EFM+. Он отличается не­сколько иным алгоритмом преобразования и, главное (!), требует ввода на границе байт не трех а только двух дополнительных бит, поддерживающих условие ограниченности размеров пита в диапазоне от 3 до 11 бит (то есть между двумя последовательными единицами после кодирования не менее 2 и не более 10 ну­лей). Таким образом получаем из каждого байта не 14+3=17 а 14+2=16 кодовых бит (это дает повод остро­словам требовать смены названия этого способ модуляции с EFM+ на EFM-). Изменение метода модуляции только одно из множества форматных изменений, позволяющих в целом увеличить объем сохраняемых данных. Собственно переход к EFM+ добавляет еще почти 6% к объему диска. Более мощный механизм коррекции ошибок RS-PC (Reed-Solomon Product Code) обещает быть на порядок более устойчивым к воз­можным ошибкам воспроизведения (не следует особо обольщаться - увеличивается на порядок также и объем данных, которые нам хотелось бы прочитать без ошибок. Кроме резкое того уменьшение отдельных элементов на отражающей поверхности неизбежно приведет к росту количества случайных сбоев при чте­нии).

Рис. 13. Сравнение плотности записи на DVD и CD дисках

Из оставшихся еще не названными характеристик стоит отметить номинальную скорость передачи данных - 1.108 Кбайт/с, поддерживаемую при постоянной линейной скорости (CLV - constant lineal velocity) 4 м/с.)

### Стандарты, форматы, файлы

    Те, кто активно работает с компакт дисками знает насколько разнообразны и, часто, трудно совметстимы различные виды этих дисков. Стандарты де-факто на различные виды дисков принимались часто в конкурентной борьбе. С DVD все может быть по другому: это устройство представляется едва ли не единственным высокотехноло­гичным техническим решением последних десятилетий стандарты которого обсуждаются столь значитель­ной группой производителей (в альянс еще весной 1996г. вошло более 10 крупнейших корпораций).

Как и стандарты на CD требования к DVD изложены в «книгах». Но в отличии от уже знакомых нам «цветных книг» эти - «упорядочены в алфавитном порядке». В настоящий момент обсуждаются пять книг от «A» до «E». Книга может содержать до трех частей (рис. 14). При этом в первой части описываются физиче­ские спецификации, во второй - файловая система, а в третей - приложения. Первые три книги описывают соответственно ROM, Video и Audio DVD. При этом они используют одинаковый физический формат носи­теля, изготавливаемого «штамповкой» и файловую систему. Файловая система этих стандартов - переходная (UDF-Bridge), обеспечивающая комбинацию возможностей уже знакомой пользователям CD-ROM файло­вой системы ISO-9660 и реализующей рекомендации ISO/IEC 13346 новой системы, разработанной Optical Storage Technology Association (OSTA) и получившей название Universal Disk Format - UDF. Два других стандарта D и E описывают записываемые (DVD-R (recordable) или иначе DVD-WO (write once)) и переза­писываемые (DVD-RAM, DVD-W (writable) или иначе DVD-E (erasable)) диски. Да-да! В отличие от CD диски DVD рождаются сразу с возможностью записи и даже перезаписи информации. Однако эти стандарты наименее устоявшиеся, ещё стоит отметить что формат файлов и для тех и для других предполагается UDF.

Рис.14. Стандартизация видов DVD

    Особо следует сказать о совместимости с уже существующими дисками. Явно такая совместимость стан­дартами не требуется. Однако подавляющее большинство производите­лей готовит устройства, способные считывать CD-ROM за счет использования специально сконструирован­ной оптической головки, обладающей возможностью перенастройки или даже за счет установки дополни­тельного объектива. Во всех случаях можно полагать, что новые устройства смогут читать привычные нам «старые» диски.

### Магнитооптические диски

Скачок в развитии компьютерной индустрии и тенденцийя постоянного роста мощных компьютерных информационных систем неуклонно влекут за собой увеличение объемов обрабатываемой информации. Это обстоятельство все чаще заставляет задумываться над проблемой хранения этой информации и выбором типов применяемых устройств для систем резервного копирования. Применявшиеся до недавнего времени накопители на магнитной ленте (стримеры) уже не удовлетворяют современным требованиям. Магнитная лента легко подвергается всевозможным механическим и электромагнитным повреждениям. Небольшое повреждение ленты хотя бы в одном месте может привести к потере блока информации объемом несколько мегабайтов. Это не позволяет использовать ленточные картриджи как надежные носители для любого рода информации, а скорость работы таких систем с последовательным доступом не позволяет оперативно работать с сохраняемой на них информацией. Не справились с задачей и накопители на гибких дисках: последнее достижение в этой области - дискеты емкостью в 21 МБ - в наше время уже мало на кого произведет впечатление. К тому же эти носители для своего объема стоят недешево, и создание на них "библиотек" архивов данных - весьма дорогое удовольствие. Похоже, что эта технология зашла в тупик и сегодня не способна конкурировать с другими, более современными накопителями. Недавно организация FTA (Floptical Technology Association) объявила о начале разработки диска емкостью 120 МБ, но несмотря на дешевизну, вряд ли новый накопитель будет иметь успех.

В последнее время в решении этой проблемы все более широкое признание получает магнитооптическая технология, которая использует магнитные и оптические механизмы записи и чтения; все чаще магнитооптические накопители используются для хранения больших объемов информации. Прародителем магнитооптической технологии считается фирма IBM, которая начала ее развитие в 1972 году. Первые магнитооптические дисководы появились в начале 80-х, но не получили широкого признания из-за высокой стоимости и сложности в работе. На сегодняшний день благодаря применению новых технических решений и последних технологий в магнитооптических системах ситуация с магнитооптическими накопителями полностью изменилась. Постоянное снижение цен на магнитооптические дисководы и улучшение технических характеристик позволит им в недалеком будущем полностью вытеснить с рынка стримеры, а постоянное увеличение емкости носителей и надежности хранения информации делает их работу в сетевых системах более эффективной по сравнению с накопителями типа CD-ROM.

Существует несколько стандартных типов магнитооптических дисководов, но на сегодняшний день самое большое распространение получили два из них. Это 3,5-дюймовые и 5,25-дюймовые накопители, причем 3,5-дюймовые накопители более популярны, хотя они и имеют меньший объем. Стандартные емкости 3,5-дюймовых дисков - 128, 230 и 640 МБ. У этих дискет одна рабочая поверхность, их размер соответствует размеру обычной 3,5-дюймовой дискеты, однако они несколько толще. Диски размером 5,25-дюйма имеют стандартные емкости 600 и 650 МБ или 1,2 и 1,3 ГБ (диски двойной плотности). В отличие от 3,5-дюймовых, у них две рабочие поверхности. Так же, как и обычный флоппи-диск, магнитооптические диски снабжены окошком защиты записи. Оба типа дисков полностью совместимы сверху вниз, а соблюдение стандартов магнитооптических дисководов не привязывает пользователей к конкретному производителю.

Запись на диск выполняется посредством последовательного нагревания ячейки диска лазером большой интенсивности до t=200 Со, в результате чего ячейка теряет заряд и последующего нанесения нового заряда при этой же температуре магнитной головкой. Считывание производится лазерным лучом меньшей интенсивности. Он направляется на ячейку и поляризуется имеющимся там зарядом (если таковой имеется), а считывающее устройство определяет является ли отраженный луч поляризованным.

Не все магнитооптические диски могут быть перезаписываемыми; существуют также диски с однократной записью CC WORM (Continuons Composite Write Once Read Many) и частичной записью P-ROM (Partial read-only memory). Перезаписываемые диски могут полностью изменять свою информацию (количество циклов чтения/записи около 10 млн. и зависит от конкретного производителя). Диски с однократной записью аналогичны перезаписываемым, но в момент записи на диск наносятся специальные метки, которые запрещают повторную запись. Такие диски после записи информации автоматически переходят в разряд ROM-дисков. Диски с частичной записью делятся как бы на две части: одна из них содержит постоянные данные, которые невозможно изменить, другая часть содержит перезаписываемые данные. На такие диски (в неизменяемую часть) можно инсталлировать неизменный рабочий код программы, а свои данные можно хранить в перезаписываемом секторе. Надо заметить, что это - идеальное средство защиты от любых вирусов.

Несмотря на большую емкость магнитооптических дисков (на сегодняшний день существуют 5,25-дюймовые диски емкостью 4,6 ГБ), они не могут заменить жесткие диски. Прежде всего это связано с низким быстродействием магнитооптических дисководов, а ведь этот параметр является одним из основных показателей для жестких дисков. Быстродействие магнитооптических дисководов существенно снижается при записи диска; не спасает положение и технология кэширования записи. Как известно, запись на магнитооптический диск осуществляется за два прохода: при первом проходе данные стираются с диска, при втором - записываются. А если к тому же установить проверку данных при записи, то быстродействие снизится еще на 20-30%.

Однако нельзя сказать, что положение дел не меняется. Совсем недавно фирма Pinnacle Micro выпустила магнитооптический накопитель под названием "Apex", в котором запись осуществляется за один проход, а его быстродействие составляет 4,5 МБ/с. Благодаря применению новой технологии быстродействие остается одинаковым как в режиме чтения, так и записи. Емкость нового дисковода составляет 4,6 ГБ. В настоящее время аналогичные разработки по однопроходным дисководам ведут фирмы IBM и Fujitsu.

Сегодня на нашем рынке наиболее широкое распространение получили 3,5-дюймовые дисководы фирм Fujitsu и IBM. Магнитооптические накопители выпускаются в двух вариантах: встраиваемые и внешние. Преимущество внешних накопителей заключается в том, что нагревание дисковода во время работы лазера не повышает температуру в корпусе самого компьютера. Встраиваемые накопители могут быть легко установлены на место обычного флоппи-накопителя. Все существующие магнитооптические накопители имеют интерфейс связи SCSI или Fast SCSI (фирма Fujitsu ведет разработку накопителей с интерфейсом связи IDE), поэтому требуется дополнительная установка SCSI хост-адаптера. Эти хост-адаптеры выпускаются для установки на шину ISA или PCI и могут поставляться в комплекте с магнитооптическим дисководом или отдельно от него. Можно применять хост-адаптер любой фирмы, однако желательно наличие на нем кэш-памяти емкостью не менее 64 КБ и SCSI-BIOS (по крайней мере, возможности его установки).

Испытания Fujitsu с хост-адаптером IFD-630 этой же фирмы (интерфейс связи - Fast SCSI или, как его еще называют, SCSI-2). Если в хост-адаптере установлен и активирован SCSI-BIOS, BIOS активизируется простой установкой перемычки и отпадает необходимость в установке дополнительных драйверов. В противном случае приходится их инсталлировать под необходимую систему. При активизированном SCSI-BIOS появляется также возможность производить загрузку системы непосредственно с магнитооптического диска: для этого достаточно отформатировать этот диск как системный. Можно создать на этом диске сколько угодно разделов, используя для этого специальные утилиты fdisk и format, поставляемые вместе с дисководом.

Большое распространение получили "Библиотечные" магнитооптические накопители со сменными дисками, общая емкость которых может составлять несколько сотен гигабайтов. Смена диска в такой системе занимает всего несколько секунд и происходит программно, при этом не требуется никакого дополнительного вмешательства в этот процесс со стороны.

Магнитооптический дисковод внешне очень похож на обычный, но снабжен электронной системой выброса носителя. В принципе, работа с ним мало чем отличается от работы с обычным дисководом, а для пользователя он ничем не отличается от обычного винчестера. В таблице приведены основные технические характеристики накопителя фирмы Fujitsu M2512A. При измерениях на некоторых компьютерах "желтой" сборки у нас получались неадекватные значения. Приведем минимальные: скорость записи 290 KБ/с, скорость чтения 800 KБ/с. При всех измерениях программная кэш-память не использовалась.

|  |
| --- |
| ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ |
| Время доступа  | 35 мс  |
| Количество циклов чтения/записи  | 10 млн.  |
| Скорость чтения  | 1,47 Мб/с  |
| Скорость записи  | 0,49 Мб/с  |
| Размер сектора  | 512 байт  |
| Число дорожек  | 17,940  |
| Объем кэш-памяти | 237 Кбайт  |

Магнитооптический дисковод устанавливался под различные операционные системы, включая DOS, Windоws, OS/2, Novell Netware. Во время инсталляции операционных систем OS/2, Windows 95 и Netware необходимо уменьшить скорость шины (для шин ISA и BL-BUS), а также отключить работу SCSI-BIOS. После завершения этого процесса скорость шины можно установить в прежнее значение. Единственная проблема, с которой приходится сталкиваться, возникает с шиной VL-BUS на компьютерах "желтой" сборки, на которых установлена карта расширенного IDE и задействовано более двух винчестеров. При такой конфигурации тестирующая команда так и не смогла заставить работать магнитооптический накопитель даже при замене на другие платформы "желтых" сборок. Не помогла и замена SCSI-контроллера: через несколько перезагрузок на компьютерах с такой конфигурацией любая из тестируемых систем требовала своей полной переинсталляции. Такие проблемы полностью отсутствовали на платформах Intel с EIDE на шине PCI. Как им удалось установить, конфликты связаны не с шиной VL-BUS, а с "некачественными" хост-адаптерами EIDE, в основном, малоизвестных производителей. При инсталляции на любую из вышеупомянутых систем хост-адаптера необходимо наличие соответствующих драйверов, в противном случае его подключение будет весьма и весьма проблематично.

Стоит отметить, что формат записи на магнитооптические накопители соответствует стандарту ISO и не зависит от применяемой операционной системы. Однако при использовании операционной системы Novell Netware любой версии данные, записанные в ней, не видны на других системах, и наоборот. Такие "невидимые" данные, созданные другой системой, не могут быть удалены или уничтожены в системе Netware (даже при создании и монтировании тома), если, конечно, не использовать команду форматирования диска.

Как уже было сказано, скорость работы дисковода при чтении намного выше скорости в режиме записи. Для увеличения быстродействия магнитооптического накопителя используется кэширование. При этом кэш-память может устанавливаться отдельно как на чтение, так и на запись. Имеет смысл дополнительно использовать программное кэширование. Как показывают испытания, использование программной кэш-памяти объемом 512 Б увеличивает скорость работы магнитооптического накопителя на 30%, а дальнейшее увеличение кэш-памяти неэффективно.

Магнитооптический диск имеет целый ряд преимуществ: он более надежен в работе по сравнению с обычными дискетами, магнитооптическая головка не касается диска при записи и чтении и таким образом исключены взаимные повреждения. К тому же сам диск менее чувствителен к механическим повреждениям или магнитным полям, случайные небольшие царапины не могут испортить диск или данные на нем, тем более, что сам диск находится в защитном пластиковом корпусе. Магнитооптический диск способен сохранять информацию более длительное время, чем обычные флоппи-диски. Фирмы-производители гарантируют безотказную работу диска в течение нескольких десятков лет.

Насколько целесообразно применение магнитооптических накопителей уже сегодня? Постоянная тенденция снижения цен и повышение быстродействия все в большей степени оправдывает их применение. Уже сейчас они могут применяться для резервного копирования в сетевых системах. Установка магнитооптики на сервер или мощную рабочую станцию под управлением любой операционной системы повышает удобство и эффективность работы по сравнению с аналогичными системами на магнитной ленте или накопителях CD-ROM. На сегодняшний день это лучший вариант по соотношению цена/емкость/скорость.

Эти дисководы могут использоваться не только в сетевых системах как устройства резервного копирования, но могут быть успешно применены и в обычном ПК. Довольно удобно переносить в кармане винчестеры размером с обычную дискету и работать с ними как с обычными дискетами.

Конечно, магнитооптические накопители, как и другие устройства, имеют недостатки. Самым серьезным из них можно считать перегрев самого дисковода и диска в режиме записи. Для борьбы с перегревом на них устанавливается обдувающий вентилятор. Используя внутренний дисковод, следует по возможности пытаться устанавливать его в более просторное место, подальше от винчестеров и других накопителей. Еще один серьезный недостаток - это большое время доступа к данным (в самых последних моделях - около 20 мс).

Снижение цен на магнитооптические дисководы и увеличение их быстродействия в ближайшее время может привести к тому, что они полностью вытеснят флоппи-дисководы. Вполне возможно, что темпы снижения цен ниже, чем ожидалось, но предлагаемый объем и скоростные параметры магнитооптических накопителей уже сегодня многим помогут решить проблему хранения больших объемов информации. Насколько это перспективно и выгодно - судите сами.

### Заключение

Вот на этой оптимистической ноте я и заканчиваю повествование о оптических и магнитооптических дисках. Однако! История их на этом не заканчивается и даже более того, Оптические и магнитооптические диски находятся в первой половине своего длинного пути в историю компьютеров.

***Список литературы:***

1. Журнал «Компьютер + Программы» №9 за 95г.

2. Журнал «Компьютер + Программы» №1 за 96г.

3. Журнал «Компьютер + Программы» №9 за 96г.