

УДК 681.327.1

Позо Лео Ф.

Основы технологии CD—ROM

Введение Эта статья кратко рассказывает о наиболее важных элементах увлекательной технологии CD—ROM. Ее цель — уточнить место собственно дисков CD—ROM среди различных схожих технологий, использующих как

* [* Перевод Земского А.И., Ивановой С.М. с любезного разрешения автора из THE BASICS OF CD—ROM TECHNOLOGY (Alexandria, VA, USA), Copyright (c) 1993, 1994. За дополнительными сведениями обращаться по адресу: 2801 Fort Drive, Alexandria, VA, USA, 22303. Тел.: 703-329-7873.]

диски CD-ROM, так и другие оптические диски, иногда ошибочно принимаемые за CD-ROM.

Мы понимаем, что в целом пользователи персональных компьютеров, в том числе пользователи CD-ROM, в различной степени владеют информацией о технических аспектах персональных компьютеров, CD-ROM и оптической технологии. Поэтому статья направлена на удовлетворение интересов пользователей с минимальной подготовкой или отсутствием таковой или на то, что их внимание к этой проблеме возрастет.

Элементы технологии CD-ROM Технология CD-ROM появилась благодаря международным контактам фирм "Sony" (Япония) и "Philips" (Нидерланды), создавшим компактный диск CD — небольшой диск из твердого пластика. Его можно экономично отштамповать большим тиражом и считывать неразрушающим лазерным лучом. Сигналы с компактного аудиодиска могли быть расшифрованы в виде потока цифровой информации, которая затем обрабатывалась и усиливалась для высококачественного воспроизведения музыки. Как известно, аудиокомпакт-диски весьма недороги и завоевали огромную популярность в мире, что объясняется четким соблюдением технических условий, ставших впоследствии основой промышленных стандартов. Позднее, при разработке CD-ROM для персональных компьютеров, серьезное отношение производства к стандартам привело к созданию высокосовместимых продуктов и сформировало прочную базу развития. С этой точки зрения вначале необходимо остановиться на технологии и компонентах, которые сделали возможным внедрение CD-ROM в компьютерный мир.

Лазерная оптика. Термин относится к различным точным линзам и кристаллическим компонентам, используемым в драйвере CD-ROM для четкого направления луча (коллимирующие линзы для считывания, поляризующие линзы, светоделители, зеркала, фокусирующие линзы и др.).

Электросервоприводы. Эти точные механизмы непрерывно настраивают компоненты, фокусирующие и удерживающие лазерный луч (вертикально или горизонтально) на дорожке данных. Фотоэлектрические сенсоры определяют

изменения в силе отраженного светового луча, приводя сервомеханизмы в действие за тысячные доли секунды, компенсируя таким образом даже вибрацию аппаратуры.

Плата контроллера. Размещается в самом компьютере, включает в себя схемы ввода—вывода данных и кодовые преобразователи. Контроллер обрабатывает запросы компьютера и переводит системы оптического кодирования CD—ROM в американский стандартный код для обмена информацией (American Standard Code for Information Interchange, код ASCII), используемый в персональных компьютерах. Ввиду широкого распространения CD—ROM существуют контроллерные платы для различных типов компьютеров (PC, Mac, OS/2, Unix и др.), а также различных конфигураций шин. С недавнего времени фирмы-поставщики предлагают модели дисководов CD—ROM, которые могут быть соединены с компьютером через платы SCSI (стандартный интерфейс малых вычислительных систем).

Физическая и логическая структура CD—ROM. Физическая и логическая структуры CD—ROM стандартны — это значит, что все дисководы CD—ROM одинаково пригодны для считывания. Ниже приводится краткое описание стандартов физической и логической структур.

Стандарты и внедрение технологии CD—ROM.	Стандарты CD—ROM. В 1979 г. фирмы "Phillips" и "Sony" согласовали физические и технические требования к компакт-дискам, а также спецификации для кодирования и считывания аудиоинформации в двоичной форме как на уровне байтов, так и на уровне блоков. (Следует отметить, что в этих спецификациях понятия "блок" и "сектор" отличны от используемых в спецификациях для магнитных носителей.) Специфицированы также технические требования к процедурам выявления ошибок, установления последовательности операций или микрокоманд, индексированию и размещению синхронизации в структуре блоков аудиокомпакт-дисков. Эти технические требования официально зарегистрированы в 1980 г. в издании под названием "Красная книга".
---	---

В 1983 г. "Philips" и "Sony" предложили дополнить технические требования на аудиокомпакт-диски так, чтобы обеспечить работу CD-ROM с компьютерами. Эти дополнения составили "Желтую книгу". В 1985 г. группа представителей промышленности пересмотрела технические требования "Желтой книги" на размещение компьютерных данных на CD, структуру дорожки, архитектуру логического блока и файлов. Окончательный вариант, известный под названием "High Sierra Format" (HSF), выпущен в 1986 г. В 1987 г. Международная организация по стандартизации (ISO) незначительно изменила спецификации HSF и выпустила международный стандарт "ISO 9660: обработка информации — структура файла и тома CD-ROM для обмена информацией (1988)". В настоящее время практически все рыночные виды CD-ROM соответствуют стандарту ISO 9660.

Компакт-диск. По физическим параметрам стандартный компакт-диск (аудиокомпакт-диск или CD-ROM) — это диск диаметром 12 см, изготовленный из чистого поликарбонатного пластика, покрытый отражающим металлом и защитным слоем прозрачного лака. Сфокусированный лазерный луч считывает углубления в спиральной дорожке общей длиной около трех миль (4,5 км). Плотность кодирования очень высока: на дорожке аудиокомпакт-диска или CD-ROM содержатся миллиарды кодов. По сравнению с другими накопителями на магнитных дисках и дискетах оптический компакт-диск очень прочное, надежное, долговечное средство для накопления больших объемов считываемой информации.

Структура CD-ROM. На стандартном компакт-диске может быть записано 74 минуты звучания или около 680 МБ информации. Следует особо отметить, что диск CD-ROM содержит трехуровневую систему кодов обнаружения и исправления ошибок (EDC and ECC) в каждом блоке данных. Конечно, эта система занимает много места на диске, но одновременно она обеспечивает предельно низкий процент ошибок на дисках CD-ROM. Данный вопрос будет рассмотрен ниже.

Диск CD-ROM не имеет физически выделенных дорожек и не нуждается в форматировании, хотя диски с разметкой используются в настольной записывающей аппаратуре. Если магнитные диски имеют кольцевые дорожки (так называемые

цилиндры на твердых дисках) и вращаются с постоянной угловой скоростью (постоянным числом оборотов), диск CD-ROM использует спиральную дорожку, которая записывается от центра наружу и считывается с постоянной линейной скоростью. Это значит, что диск вращается медленнее, когда считывающая головка находится на его внешней части.

Структура закодированных данных. При выпуске компакт-дисков большими тиражами информация предварительно записывается на диске-оригинале. Стеклопластиковый диск-оригинал, покрытый фоторезистом, подвергается воздействию импульсов мощного лазера, который на записывающей поверхности выжигает "углубления", оставляя между ними "острова". Этот оригинал служит для изготовления металлических матриц, используемых в массовом производстве компакт-дисков. Во время считывания маломощный лазерный луч считывающей головки различает "углубления" от "островов" по их коэффициенту отражения (гладкая поверхность "островов" отражает свет лучше). Каждое изменение отражения регистрируется, при этом "углубления" соответствуют "1" двоичного кода, "острова" же отмечаются как "0". В этом и состоит сущность использования дисков CD-ROM как устройства — накопителя информации. Следует отметить, что все оптические устройства — CD-ROM, WORM, стираемые (erasable), однократные (one-off CD-ROM), оптические платы и др. используют различные кодирующие среды или поверхности, различные физические и химические принципы для "выжигания" кода на дисках-оригиналах и т. д.; но принцип один и тот же.

Биты и байты. Для правильной обработки потока информации, поступающей от "островов" и "углублений", и общения с компьютером необходимо осуществить "модуляцию с 8 до 14". Еще до создания диска-оригинала 8-битовые байты, в которых работает компьютер, должны конвертироваться в 14-битовые байты канала CD-ROM. Однако пользователю не стоит беспокоиться о модуляции, конвертировании или других процессах, так как эти проблемы решаются аппаратно-программными средствами автоматически и незаметны для пользователя.

Блоки и дорожки. Как отмечалось выше, формат ISO 9660 определяет процедуру перевода битов в байты, байтов в блоки и блоков в файлы для CD-ROM. Кроме того, стандарты

CD-ROM обуславливают два возможных режима работы и четыре типа дорожки данных, а также процедуру их чередования (interleaving), что дает возможность дополнить текстовую информацию звуком и изображением. Здесь нужно пояснить, что много-режимные (может быть, правильнее — многовидовые) системы (CD-ROM-XA) используют чередование (interleaving) для записи различных текстов, аудио-и видеодорожек в спиральную цепочку кода. В этом причина важности блочной конфигурации для функционирования CD-ROM.

Структура блоков CD-ROM формата ISO 9660

Количество байтов	Применение
12	Синхронизация
4	Заголовки (адрес, режим)
2048	Полезные (основные) данные
4	Коды обнаружения ошибок
8	Не используются
276	Коды исправления ошибок
Итого: 2352	

Следует отметить, что в то время как CD-ROM предоставляет 2048 байт для полезных данных, блоки аудиокомпакт-дисков предоставляют 2336 байт. Эта разница объясняется тем, что блоки CD-ROM включают третий уровень обнаружения и исправления ошибок (EDC и ECC), которые не используются в аудиодисках. Нужно подчеркнуть, что все компакт-диски, содержащие звук или данные, реализуют два уровня кодов обнаружения и исправления ошибок, а также 98 контрольных байт для каждого блока. Однако именно формат ISO 9660 определяет блок данных CD-ROM с третьим уровнем проверки, упомянутым выше. Система обнаружения и исправления ошибок обеспечивает невероятно низкое количество считываемых ошибок на дисках CD-ROM: менее 1 ошибки на десять триллионов единичных считываний или менее одного неверного бита на 2000 полностью записанных дисков CD-ROM.

Логическая структура. Современная логическая структура дисков CD-ROM в формате ISO 9660 имеет четырехуровневую

архитектуру: бит, байт, блок, файл. Эта архитектура учитывает характеристики технических и программных средств CD-ROM и частично компенсирует относительно медленный процесс подвода головки к требуемой дорожке оптического диска, оптимизируя таким образом процесс обращения к файлу. Данная архитектура позволяет также использовать CD-ROM с различными операционными системами так, будто это просто еще один магнитный диск или накопитель файлов. Пользователям, интересующимся техническими характеристиками логического блока и структурой файлов, идентификаторами файлов и путей, расширенными дополнительными записями, дескрипторами томов и т.п., рекомендуем прочитать стандарт ISO 9660.

Основные области применения CD-ROM.

Колоссальная информационная емкость, удобные физические характеристики, низкие затраты на производство, совместимость с обычными персональными компьютерами делают CD-ROM самым эффективным средством для публикации и распространения больших объемов информации (текстовой, графической) наиболее надежным способом и по самой низкой цене среди огромного числа пользователей. В этой области технология CD-ROM хорошо зарекомендовала себя, и очевидно, что это только начало, так как технология CD-ROM быстро внедряется и в другие области деятельности.

Новинки CD-ROM **Общие тенденции.** За последние несколько лет разработаны и получили признание прикладные системы поиска, что дало возможность использовать CD-ROM в качестве запоминающего устройства в новых или более сложных областях. Однако в связи с тем, что для большинства видеосистем и тем более для цифровой записи движущихся изображений требуется гигантская информационная емкость, пришлось разработать и внедрить новые версии. Более эффективные алгоритмы сжатия, новые схемы чередования (interleaving), способы смены изображения на экране и т. д. разработаны для новых систем. В некоторых случаях расширены технические условия стандарта ISO 9660, в других – предложены абсолютно новые стандарты. Наиболее важные разработки в этой области представлены ниже.

CD-ROM-XA (расширенная архитектура). Данная технология предполагает использование CD-ROM для текстовой, аудио и видеoinформации на дисплеях реального времени. В сущности, расширенная архитектура (XA) скорее имеет в виду не отдельные или новые стандарты, а дополнения к техническим условиям ISO 9660; в основном условия для дорожек режима 2, структуры блока и чередования. К концу 1992 г. появились версии технических и программных средств (специальные процессоры, алгоритмы сжатия, схемы чередования), которые соответствовали техническим характеристикам CD-ROM-XA.

Первоначально большинство промышленных компаний рассматривали CD-ROM-XA как переходный этап на пути к CD-I (рассматриваются ниже). Однако по ходу развития и совершенствования процедур сжатия аудио- и видеoinформации, а также в связи с достижением согласия по спецификациям CD-ROM-XA получил в 1993 г. прочную поддержку. В настоящее время производители предлагают дисководы CD-ROM, которые могут считывать информацию с дисков с расширенной архитектурой. Фотокомпакт-диск "Kodak", например, подходит и для дисковода CD-ROM-XA, и для плеера "Kodak" (выдающих изображение на телевизионном экране). Более того, надвигается очередная волна новых технологий: приятное разнообразие новых видов оборудования и программ для настольных издательских систем, работающих в формате XA и в многосеансном формате. Такие возможности настольных систем расширят выбор и создадут прочные позиции на рынке.

CD-I (Interactive). Интерактивный формат CD-I обеспечивает в стандартном компакт-диске возможность диалога пользователя с текстовой, аудио- и видеoinформацией. Однако CD-I лишь частично удовлетворяет спецификациям CD-ROM-XA для дорожек режима 2 и спецификациям "Красной книги" для аудиокомпакт-дисков. Вероятно, вопреки мнению некоторых специалистов, CD-I не будут развиваться так быстро ввиду необходимости иметь для них другой набор микропроцессоров, операционную систему, адаптивную дифференциальную модуляцию импульсных кодов сжатия/расширения (compression/decompression) и вывода на телевизионный экран. Тем не менее возможность диалоговой интерактивной тренировки или

обучения, детские игры, обучающие прикладные системы и другие интересные области применения CD-I продолжают вызывать интерес основных разработчиков. Фактически CD-I рассматривается многими специалистами и некоторыми журналами как следующая ступень технологии.

DV-I (Digital Video-Interactive). Цифровой видеодialogовый формат DV-I использует диск CD-ROM для объединения текстовых, аудио- и видеомассивов информации. Однако в DV-I применяется множество своих собственных систем кодирования, программного обеспечения, технического обеспечения, интерфейсов, которые не являются стандартными, в особенности – контроллеры и микропроцессоры сжатия/расширения. Новейшие продукты DV-I, появившиеся на торговых выставках, заслуживают особого внимания в таких сферах деятельности, как общественная информация, образование и воспитание, наиболее поддающихся возможностям DV-I.

Записываемый компакт-диск (CD-Recordable). CD-R представляет новую среду с характеристиками, которые позволяют записать и произвести конкретный CD-ROM диск в режиме настольного издательского комплекса (не прибегая к услугам специализированных компаний). Это означает, что диск CD-R записывается в реальном масштабе времени, а изготовление оригинал-макета и тиражирование представляют собой отдельные процессы. В настоящее время диски CD-R, также известные как одноразовые диски (one-off) считаются перспективными в областях, где обычные CD-ROM не могут применяться с высокой эффективностью, особенно при выпуске пробных дисков или прототипов для малых серий и для архивизации. В этих и других случаях CD-R позволяет экономить затраты и время на изготовление оригинал-макета и тиражирование.

Еще одним достоинством CD-R является то, что стоимость технического и программного обеспечения (составляющая менее 5 тыс. долларов за комплект) сегодня является доступной для небольших организаций и офисов. Наряду с настольными издательскими системами появились сообщения о новых записывающих устройствах для локальных и нелокальных вычислительных сетей, позволяющих более чем одному пользователю производить

запись на один и тот же диск. Это возможно благодаря реализации многосеансных спецификаций CD-ROM-XA. Существуют, однако, некоторые аспекты многосеансной записи, например "инкрементный" процесс, выполняемый основным записывающим устройством локальной вычислительной сети, не являющийся пока стандартным. Тем не менее записывающие CD являются вполне жизнеспособным вариантом и их будущее представляется обеспеченным.

Остающиеся проблемы. CD-ROM создавались конкретно для использования в персональных машинах типа PC, поэтому стандарт ISO 9660 не обрабатывался применительно к другим типам персональных машин или другим платформам. Путем неизбежных на первых порах нестандартных или даже частных решений приходилось достигать совместимости на аппаратном уровне. Сейчас количество частных решений уменьшилось. Действительно, уже созданы различные варианты программ CD-ROM, способные работать как с PC, так и с Macintosh и Unix. Прослеживается тенденция увеличения выпуска таких многоплатформенных продуктов. Необходимо подчеркнуть, что в результате скоординированных действий удалось расширить спецификации ISO 9660. Это открыло возможности для много-режимного использования CD-ROM и новых вариантов применения. Подобные шаги предпринимаются для стандартизации интерфейса пользователя, защиты информации, обработки чередования, сжатия и расширения, а также совместимости с другими платформами (UNIX, OS/2, Mac, Next и др.). Ясно, что ISO 9660 должен идти в ногу с техническими достижениями и требованиями пользователей.

На другом уровне также происходит улучшение аппаратных средств. Некоторые из последних драйверов, например, обеспечивают сокращение наполовину времени доступа и увеличение в два раза скорости передачи данных, т. е. совершенствование в тех областях, которые считаются слабым местом CD-ROM (в сравнении со скоростями магнитных накопителей). Самые новые драйверы уже предлагают увеличение в три, четыре и более раз темпа обработки данных. Точно так же улучшилось использование CD-ROM в локальных вычислительных сетях, миникомпьютерах и больших компьютерах, главным образом благодаря про-

мышленному производству соответствующего программного и технического обеспечения — и это направление продолжает развиваться.

Необходимо отметить, что CD-ROM разрабатывался с ориентацией на рынок персональных компьютеров и, следовательно, ISO 9660 не уделял детального внимания постоянно развивающимся компьютерным средам и платформам. Однако если на первых порах были неизбежны нестандартные и даже частные решения, в целом они относились к техническому обеспечению и проблеме соединения. В настоящее время мы сокращаем количество частных решений. Тем не менее ISO 9660 устанавливает логическую структуру, которая допускает его использование в различных платформах, о чем свидетельствует совместимость применения CD-ROM на PC, Mac или Unix, и действия в этой области обязательно будут продолжены.

Однако мы должны отдавать себе отчет, что существует множество других продуктов (особенно в WORM, Erasable, видео-играх, SONY Discman и других разрабатываемых оптических устройствах), которые не предусматривают или не могут предусмотреть полностью выполнение ISO 9660. Во многих случаях эти новые продукты нацелены на другие рынки, отличные от CD-ROM, и в некоторых случаях действительно есть надежда создать совершенно новые рынки.

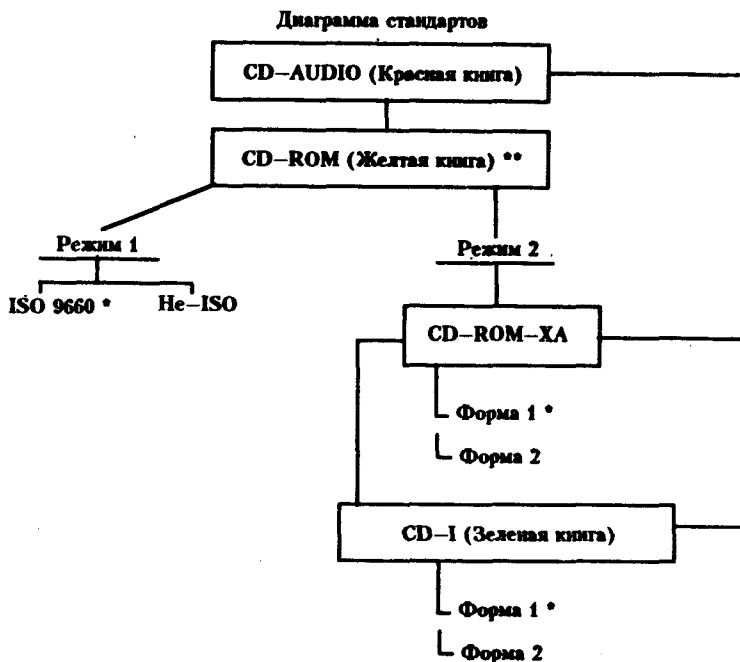
CD-ROM и мультимедиа. Мультимедиа (multi-media) являет собой новый вид публикации и распространения информации высокого качества, объединяющий текст, звук, графику и видео в одной системе. Поскольку звук, графика и видео используют большие массивы данных, мультимедиа предъявляет повышенные требования к компьютеру. Поэтому для эффективной работы компьютеры должны иметь дополнительные мощные аппаратные и программные средства, чтобы обработать и синхронизировать данные. В мультимедиа могут применяться, пожалуй, только CD-ROM благодаря их колоссальной емкости, и именно под CD-ROM сделаны спецификации промышленности MPC уровень 1 и уровень 2 в Microsoft Windows. Вслед за разработками фирмы Майкрософт для операционных систем Windows и OS2 были усовершенствованы программные, аппаратные и прикладные средства для других платформ (операционных систем).

Фирмы IBM, Apple Macintosh, Commodore и другие начали разрабатывать спецификации мультимедиа CD-ROM или CD-ROM-XA.

В настоящее время мультимедиа-системы все шире применяются не только с PC. Портативный проигрыватель Sony Multimedia и Photo-CD фирмы "Kodak" поддерживают спецификации CD-ROM-XA для хранения данных, хотя и спроектированы для использования с телевизионным экраном. Однако с соответствующими программами эти CD-ROM - XA диски могут считываться и новыми драйверами персональных компьютеров типа PC.

Как мы уже отмечали ранее, системы CD-I или CD-TV (Commodore Dynamic Total Vision) работают на дисках CD-ROM и используют нестандартные или частной разработки программно-аппаратные средства. Поэтому до последнего времени их рассматривали отдельно от PC. Сегодня же проблемы CD-I, CD-TV и других мультимедиа-систем регулярно освещаются в публикациях или обзорах по PC. Перспективы развития телевидения высокой четкости (HDTV) также добавляют позитивные тенденции в предполагаемое расширение рынка. Следовательно, рост числа наименований и областей применения мультимедиа-систем вкупе с перспективами появления более мощных микропроцессоров, алгоритмов сжатия/расширения, высоких темпов передачи данных, новыми спецификациями и стандартами усиливают важность тех аспектов, которые должны "вызреть" и стабилизироваться до того, как мы могли бы рассматривать стандартизованные или оптимальные спецификации для таких систем.

Стандарты и их реализация. Тем, кого интересует обзорное рассмотрение взаимоотношения или внутренней архитектуры различных реализаций ISO 9660 и его расширений, мы советуем прочитать снабженный графическим материалом доклад Джеймса Фрика "Терминология компакт-диска" [James R. Frick, "Compact Disk Terminology", Disk Manufacturing, INC, 1992]. Следующая диаграмма составлена на основе приведенной в докладе.



* Реализует третий уровень ED и EC кодов

** Магнитно-оптический и WORM специфицированы в "Оранжевой книге", которая обычно рассматривается как производная от "Желтой книги".

Процесс производства CD-ROM

Стадия разработки. Основным на этой стадии является желание произвести нечто новое, что позволило бы усовершенствовать работу, представить информацию в структуре, наиболее удобной для пользователя, а также облегчить использование современных компьютеров. Таким образом, разработчик должен стремиться собрать оптимальный массив данных и такие характеристики программного обеспечения, которые позволят пользователю получить желаемые результаты, а также интерфейс, который сделает работу с диском удобной. Совершенно очевидно, что необходимо соблюдение равновесия всех этих аспектов, потому что сложное или мощное программное обеспечение с негодными дан-

ными так же нежелательно, как и безупречные данные с неэффективным пакетом программ.

Подготовка данных. Эта стадия из всего процесса самая длительная, дорогостоящая и проблематичная, особенно при изготовлении новых дисков. Данные для CD-ROM поступают в различной форме: печатные материалы, микрофильмы, микрофиши, файлы текстовых процессоров, графические файлы, файлы растрового сканирования и OCR (с оптическим распознаванием букв) сканирования, базы данных, электронные таблицы и т. д. Однако, очень часто нужные файлы представлены в разных и совершенно несовместимых форматах, особенно графические. Таким образом, чтобы эти файлы можно было использовать, их необходимо конвертировать в подходящий для выбранного программного обеспечения формат. Часто данные поступают от различных источников с разными или несовместимыми структурами или форматами, поэтому становится предпочтительным повторный ввод текста или повторное сканирование графики, так как конверсия представляется намного более дорогостоящим.

В настоящее время проблема множественности форматов решается в большей степени программами конверсии, а не посредством стандартизации. До тех пор пока стандартизация форматов остается на прежнем уровне, подготовка большого массива данных будет длительной и дорогостоящей.

Образ диска CD-ROM. Термин "образ диска", также известный как программный образ, относится к полной совокупности файлов данных, которые будут содержаться на CD. Файлы располагаются в необходимом порядке, с учетом возможностей программы обеспечить доступ к данным, необходимости разделить или соединить типы документов и доступа или использования нескольких серий файлов одновременно. Уделяется внимание обработке графических файлов, особенно в случае большого их количества на диске. Как только все файлы расположены в требуемом порядке, они рассматриваются как комплект или "образ". Этот образ конвертируется в блоки (2048 байт в блоке).

Моделирование. Следующий шаг включает обкатку программного обеспечения и данных (в образе CD-ROM) в качестве окончательного варианта диска. Естественно, этот этап

особенно важен для новых продуктов. Ранее он осуществлялся производителями диска с использованием программного и технического обеспечения издателя. Однако сегодня в ряде случаев благодаря новым настольным издательским пакетам это можно осуществить и у разработчиков. Конечно, для этого требуется персональная или мини-ЭВМ с памятью большой емкости (должны поместиться как образ CD-ROM, так и управляющие программы с таблицами указателей, меню и другими средствами поиска и отображения). Именно на этой стадии все характеристики, функционирование, выходные форматы и "отличительные черты" диска должны быть отлажены, усовершенствованы или переделаны. Представляется очевидным, что пересматривать или вносить изменения в структуру диска на более поздних этапах изготовления будет намного дороже.

Сегодня при доступном уровне настольных издательских систем испытание дисков упростилось. Фактически, если необходимо провести испытание в нескольких местах, можно экономно изготовить необходимое количество копий "одноразовых" дисков и проводить их всестороннее испытание среди пользователей, прежде чем принять решение о выпуске оригинал-макета и тиражировании.

Изготовление макета (premastering). Этот термин в кругах изготовителей CD-ROM используется несколько непоследовательно (одни включают в него больше, другие меньше). Мы будем рассматривать этот этап как конверсию данных образа (в блоках по 2048 байт) в полностью кодированные блоки CD-ROM, включая поля байтов синхронизации, заголовка, данных, неиспользуемые поля, коды обнаружения и исправления ошибок. Такое преобразование обычно называется кодированием ISO уровня. После кодирования макетный образ диска CD-ROM переносится на подходящий носитель для использования на заводе — изготовителе оригиналов и выпуска макета. Одно время магнитная видеолента U-Matic являлась обычным носителем, принятым заводом-изготовителем, но сегодня также допустимы другие носители. В некоторых случаях удобными носителями были WORM диски. Теперь, однако, все большее предпочтение отдается использованию "одноразовых" дисков по вышеизложенным причинам.

Изготовление оригинала. Этот этап включает создание эталонного диска и матриц для копирования CD-ROM. Макетный образ диска проходит так называемое кодирование CD уровня или окончательное кодирование. По существу, это означает объединение кодированной информации с другим кодированием, которое добавляет временную синхронизацию, перекрестное чередование и модуляцию из обычного 8-битового в 14-битовый байт CD-ROM. Полностью кодированная цепочка данных создается в непрерываемом режиме реального времени для сохранения критического времени синхронизации. Чтобы создать эталон, высокомогущий лазерный луч кодирующего устройства выжигает углубления на стеклянном диске, покрытом фоторезистом. "Выжженный" диск затем покрывается сверхтонким металлическим покрытием (обычно никелевым сплавом) и используется в производстве металлических матриц для копировальных машин CD-ROM.

В последнее время, с появлением "одноразовых" настольных издательских технических средств CD-ROM, весь этот процесс может быть воспроизведен самостоятельно, без привлечения промышленности. Очевидно, если результат является удовлетворительным, "одноразовый" CD-ROM может быть отправлен на завод-изготовитель для подготовки стеклянного диска и тиражирования. В тех случаях, когда не требуется изготовления в больших количествах, например диски с массивом архивных данных, наиболее практичным и экономичным решением представляется "одноразовый" диск.

Тиражирование. Это стадия массового производства. На этой стадии используются металлические матрицы, изготовленные со стеклянного эталона и литьевые инжекционные машины, в которых чистый расплавленный пластик на основе поликарбоната нагнетается в матричную форму и по мере остывания поликарбоната рисунок углублений и ровных поверхностей переносится на него. Это быстрая операция, позволяющая производить более 300 CD-ROM в час. Затем на прозрачный диск наносят отражающий металлический слой, покрывают прозрачным слоем лака и быстро сушат. После этого диск проходит проверку на качество. Завершающий шаг включает

нанесение ярлыка, упаковку в футляр или другой CD-ROM контейнер и отправку.

Разработки, тенденции и источники информации.

Лучшим периодическим изданием, дающим возможность пользователям быть в курсе последних технических разработок и современных направлений в области CD-ROM, является CD-ROM PROFESSIONAL (Pemberton Press, 462 Danbury Road, Wilton, CT 06897-2126. Tel. 1-800-248-8466). Тот же издатель выпускает совершенно новое название Multimedia, Buyer's Guide and Handbook, предназначенный для покупателей аппаратно-программных средств многорежимных систем.

Полный охват новейших продуктов CD-ROM, особенно в области мультимедиа, предлагает CD-ROM WORLD (Meckler Corporation, 11 Ferry lane West, Westport, CT 06880. Tel. 203-226-6967). Широкий спектр обзоров по новому техническому и программному обеспечению (CD-ROM, CD-ROM-XA, CD-I и т. д.) можно найти в свежем выпуске CD-ROM TODAY (GP Publications, Inc., 23-00 Route 208, Fair Lawn, NY 07410. Tel. 201-703-9500). Для пользователей многорежимных систем под различными платформами (операционными системами) рекомендуется NEWMEDIA (Hypermedia Communications, Inc., 901 Mariner's Island Boulevard, Suite 3654, San Mateo, CA 944044. Tel. 415-573-5170). Конечно, необходимо знать, что проблемы CD-ROM и многорежимных систем отражаются в большинстве компьютерных журналов, появляющихся на рынке, а также, что новые журналы возникают каждый год.

Имеется много хороших каталогов по программно-аппаратным средствам CD-ROM и многорежимным системам, рассылаемых почтой. Один из лучших, предоставляющий широкий спектр информации о техническом обеспечении и названиях дисков (всех форматов и направлений) – каталог CD-ROM, Inc. (1667 Cole Blvd. Suite 400, Golden CO 80401. Tel. 1-800-821-5245). Еще одним каталогом, более нового и расширяющегося предприятия, является Mr. CD-ROM (P.o. Box 1087, Winter Garden, FL 34787. Tel. 1-800-444-MRCD). Журнал CD-ROM Warehouse (1720 Oak Street, LakeWood, NY 08701, Tel. 1-800-237-

6623) предлагает даже доставку на следующий день. Конечно, мы ожидаем увеличения числа широкоохватных и специализированных каталогов, отражающих рост количества наименований многорежимных систем, совместимых с PC.

Тем, кто интересуется дополнительной информацией о CD-ROM, порекомендуем обратиться к полным библиографическим сведениям, включенным в SIGCAT's CD-ROM Compendium (SIGCAT, апрель 1993, стр. 163–176). Этот справочник содержит перечень версий CD-ROM, выпускаемых учреждениями правительства США, и детальную информацию о них. Он является в какой-то мере лучшим показателем деятельности правительства США в области CD-ROM. Печатное издание CD-ROM Compendium ежегодно распространяется Правительственной Типографией США (the US Government Printing Office, GPO, Superintendent of Documents, Mail Stop SSOP, Washington, DC 20402–9328).