

# Содержание

<b>Введение .....</b>	<b>9</b>
Стандарты CD-дисков .....	9
Audio CD и некоторые важные параметры CD .....	9
Диски с данными только для чтения (CD-ROM) .....	18
Файловые системы компакт-дисков .....	20
Диски с расширенной архитектурой (CD-ROM/XA) .....	21
Специальные типы CD .....	23
Диски для видео – стандарты VCD и SVCD .....	24
Записываемые компакт-диски (CD-R и CD-RW) .....	25
Устройство CD-RW .....	25
Стандарты дисков DVD .....	28
Обратная связь .....	31
<b>Глава 1. Возможности Nero 8 и системные требования .....</b>	<b>33</b>
Требования к оборудованию компьютера .....	33
Требования к программному обеспечению компьютера .....	36
<b>Глава 2. Приложение Nero StartSmart .....</b>	<b>39</b>
Запуск приложения .....	39
Интерфейс приложения Nero StartSmart .....	41
Настройка панели «Запуск приложений» .....	45
Приложение Nero BurnRights .....	46
Смена языка интерфейса программ пакета Nero 8 .....	50
Установка нового языка .....	51
Обновление Nero 8 .....	53
Установка языков через Интернет .....	57
<b>Глава 3. Приложение Nero Express .....</b>	<b>59</b>
Запуск Nero Express .....	59
Проекты Nero Express .....	60
Выбор привода для записи дисков .....	61

Мастер записи дисков .....	63
Добавление файлов в проект .....	64
Размеры носителя и проекта .....	67
Удаление файлов из проекта .....	68
Замена файлов в проекте .....	68
Сохранение проекта .....	69
Открытие проекта в Nero Express.....	71
Когда нужно вставлять диск в привод .....	72
Удаление и перезапись уже существующих на диске файлов .....	73
Форматы дисков, пригодные для дописывания файлов .....	74
Стирание диска .....	75
Финальные установки записи диска .....	76
Запись нескольких копий дисков .....	84
Отчет о записи диска .....	85
Последнее окно приложения Nero Express .....	86
Отмена и прерывание записи диска .....	88
Сохранение образа диска .....	89
Открытие образа диска в Nero Express.....	91
<b>Глава 4. Приложение Nero Burning Rom.....</b>	<b>93</b>
Запуск приложения.....	93
Новый проект .....	94
Особенности создания нового проекта .....	97
Элементы интерфейса приложения Nero Burning Rom... 98	
Браузеры .....	100
Выбор привода .....	101
Выбор диска .....	102
Выбор дорожки мультисессионного диска .....	105
Список типов DVD-дисков.....	106
Операции над объектами проекта .....	107
Стиль работы в Nero Burning Rom .....	110
Запись проекта сразу на нескольких приводах .....	114

---

Заккрытие проекта и приложения Nero Burning Rom .....	119
Сохранение проекта .....	119
<b>Глава 5. Копирование диска .....</b>	<b>121</b>
Копирование дисков в приложении Nero StartSmart ....	123
Быстрое копирование диска из источника в приемник.....	126
Копирование дисков с помощью одного привода .....	129
Остановка копирования диска .....	131
Настройки процесса копирования диска .....	132
Образ диска .....	135
Запись множества копий диска .....	138
Особенности копирования аудиодисков .....	140
Мультикопирование дисков .....	141
Копирование дисков и мультисессия .....	147
<b>Глава 6. Перенос звука .....</b>	<b>149</b>
Быстрый перенос звука в окне приложения Nero StartSmart.....	150
Перенос аудиодисков с помощью приложения Nero Burning Rom .....	158
<b>Глава 7. Запись аудиодисков .....</b>	<b>159</b>
Форматы файлов, которые можно перекодировать в звуковые дорожки аудиодисков .....	160
Размеры аудиодисков .....	161
Форматы аудиодисков .....	161
Создание аудиодиска с помощью приложения Nero Burning ROM .....	162
Добавление музыкальных файлов .....	163
Настройка параметров записи аудиодиска .....	165
Стратегии записи аудиодиска .....	168
Параметры записи аудиодиска .....	173
<b>Глава 8. Форматы аудиодисков .....</b>	<b>175</b>
Запись дисков Mixed Mode CD .....	175
Запись дисков CD Extra.....	177
Запись CD-аудиокниг .....	181

<b>Глава 9. Запись MP3-дисков .....</b>	<b>183</b>
Преобразование форматов аудиофайлов .....	186
Создание проекта MP3-диска .....	190
Запись MP3-диска в приложении Nero StartSmart .....	190
Запись MP3-диска в приложении Nero Express .....	193
Запись MP3-диска как диска с данными .....	193
Запись дисков Jukebox Audio и Jukebox Nero Digital Audio .....	193
<b>Глава 10. Запись фотодиска .....</b>	<b>195</b>
Создание фотоальбома на компакт-диске с помощью программы Nero Express .....	197
<b>Глава 11. Запись видео-CD .....</b>	<b>207</b>
Особенности записи Video CD и Super Video CD в приложении Nero Express .....	207
Использование для создания видео-CD приложения Nero Vision .....	209
Захват видео .....	210
Импорт диска .....	214
Другие способы добавления видеофайлов .....	215
Качество видео-CD .....	216
Редактирование заголовков .....	217
Создание разделов .....	219
Создание меню видео-CD .....	221
<b>Глава 12. Запись DVD-Video .....</b>	<b>225</b>
<b>Глава 13. Запись видеодисков в формате MPEG-4 .....</b>	<b>231</b>
Автономные диски .....	232
<b>Глава 14. Кодирование DVD в Nero Digital (MPEG-4) ...</b>	<b>235</b>
Запуск приложения Nero Recode 2 .....	235
Добавление видео .....	238
Настройка параметров кодирования .....	238
Кодеки, носители и устройства .....	238
Кодирование и запись .....	241

<b>Глава 15. Работа с перезаписываемыми дисками.....</b>	<b>245</b>
Стирание перезаписываемых дисков .....	245
Средства операционной системы .....	245
Утилита InCD .....	246
Форматирование дисков.....	253
Операции с данными на отформатированном оптическом диске .....	257
Настройка работы утилиты InCD .....	261
Стирание отформатированных дисков .....	262
<b>Глава 16. Перепрожиг .....</b>	<b>263</b>
Штамповка.....	264
Диски на 870 Мбайт .....	264
Проверка привода .....	265
Запись дисков нестандартных размеров .....	265
<b>Глава 17. Создание загрузочного диска.....</b>	<b>269</b>
Создание загрузочного диска с помощью приложения Nero Burning Rom .....	270
Выбор источника для копирования системы на диск .....	270
Тип эмуляции загрузочного диска .....	271
Файловая система El Torito.....	272
<b>Глава 18. Резервное копирование данных .....</b>	<b>275</b>
Запуск приложения Nero BackItUp .....	275
Резервное копирование данных .....	276
Восстановление данных .....	284
<b>Глава 19. Приложение Nero WaveEditor 4 .....</b>	<b>285</b>
Запуск приложения.....	285
Настройка записи звука .....	285
Обзор интерфейса приложения Nero WaveEditor.....	288
Сохранение звуковых файлов .....	289
Загрузка звуковых файлов .....	290
Основные приемы редактирования звуковых файлов..	291
Выделение части звукового файла .....	291

---

Копирование, вырезание, вставка, перемещение и удаление секций .....	292
Сохранение секции в новом звуковом файле .....	294
Обрезание звукового файла .....	294
Вставка звукового файла.....	294
<b>Глава 20. Создание обложек дисков .....</b>	<b>297</b>
Запуск приложения Nero Cover Designer .....	298
Выбор шаблона.....	298
Создание документа .....	300
Сохранение и открытие проекта.....	304
Редактирование проекта .....	304
Печать проекта.....	307
<b>Предметный указатель .....</b>	<b>310</b>

# Введение

Друзья мои, я решил не утомлять вас рассказом о том, что содержится в данной книге, как это обычно принято делать во введении технических книг.

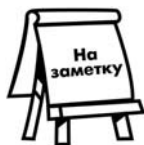
Настоящая часть книги представляет собой введение в запись оптических дисков, где обсуждаются ключевые принципы данного процесса, без которых невозможно понимание многих параметров и действий.

Книга посвящена записи оптических дисков CD и DVD с помощью приложений пакета программ Nero 8.

К сожалению, ни бюджет данного проекта, ни его размер не позволяют рассмотреть вопросы записи оптических дисков Blu-ray и HD DVD, а также детально обсудить все приложения и утилиты Nero 8. Однако автор обещает исправить положение в следующих своих книгах. Следите за новинками на его сайте [www.ysk-books.com](http://www.ysk-books.com).

## Стандарты CD-дисков

Существует множество различных стандартов оптических дисков, которые принято называть компакт-дисками или CD (Compact Disc, читается «си-ди»): Audio CD (CD-DA), CD-ROM, CD-I, CD-I Ready, CD-Bridge (CD-ROM UDF/ISO), Kodak Photo CD, Karaoke CD, CD+G, CD+MIDI, CD Text, CD-G Text, CD+, VCD, SVCD, CD-R и CD-RW.



Обратите внимание: для обозначения оптических носителей используется слово *disc*, чтобы не путать их с магнитными носителями, такими как жесткие диски и дискеты, для обозначения которых используется слово *disk*.

## Audio CD и некоторые важные параметры CD

Audio CD представляет собой стандарт для обычных музыкальных компакт-дисков, которые можно воспроизводить на бытовых CD-плеерах. Этот первый стандарт был разработан еще 25 лет тому назад и предзнаначался он был для цифровой записи музыки.

Его точное название — *Compact Disc Digital Audio* (компакт-диск для цифровой музыки), или сокращенно CD-DA. Музыкальные компакт-диски можно воспроизвести практически на любом устройстве для чтения компакт-дисков. Стандарт CD-DA стал родоначальником остальных стандартов семейства компакт-дисков, поэтому ознакомившись с основами записи данных стандарта CD-DA, можно лучше понять суть всех других стандартов.

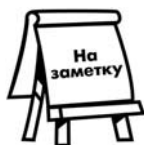
## Что такое цифровая запись звука

Цифровая запись звука — это лишь попытка повторить оригинальное звучание, которое мы с вами слышим с помощью звуковых волн, создаваемых движением различных окружающих нас тел. Такой звук вследствие его непрерывности принято называть *аналоговым*: изданный однажды чем-то или кем-то, он будет распространяться, пока его звуковая волна не затухнет естественным путем. С помощью языка цифр (так называемой *оцифровки*) мы можем лишь описать звук (тон, громкость, тембр и т.п.) в определенный момент его звучания, а затем сохранить информацию о нем. В этом-то и кроется разница цифровой и аналоговой природы звука. Дело в том, что пока мы записываем эти характеристики, само звучание ведь не останавливается. Мы слышим звук до момента, выбранного нами для описания, во время самого описания и после него. Возникает вопрос: на сколько частей необходимо разбить музыкальный фрагмент, чтобы затем при его воспроизведении правильно восстановить непрерывное звучание? Естественно, таких частей должно быть много (точнее, очень много), иначе звучание будет прерывистым. Чем больше таких частей (т.е. чем выше *частота дискретизации*), тем выше качество звучания.

С другой стороны, чем больше окажется контрольных точек, тем больше будет описательная часть всего звукового фрагмента и тем больше понадобится памяти для хранения этих данных. Какой же минимальный объем данных позволит нам точно воспроизвести весь звуковой фрагмент? Человеческое ухо имеет известные ограничения, воспринимая звуковые колебания в диапазоне от 16 Гц до 20 кГц. Светлые головы провели надлежащее исследование и доказали, что звуковой сигнал можно точно восстановить по его отсчетам, если частота дискретизации вдвое больше максимальной звуковой частоты воспроизводимого сигнала. Таким образом, компромиссом между тем, что можно точно восстановить



из отдельных фрагментов звука, и максимальным временным периодом между отсчетами звука стала частота 40 кГц. Под отсчетом мы понимаем момент снятия информации о звуке, о котором мы говорили до сих пор.



Напомним, частота – это величина, обратная времени. Физическая величина 1 Гц обозначает полный период колебания за 1 с. Таким образом, применительно к нашему исследованию, величина 40 кГц определяет 40 000 отсчетов для музыкального фрагмента длительностью 1 с.

На практике по причинам, в которые автор не станет углубляться, чтобы не уморить вас «занимательной физикой», используются частоты дискретизации 44,1 кГц и 48 кГц.

## Оцифровка звука

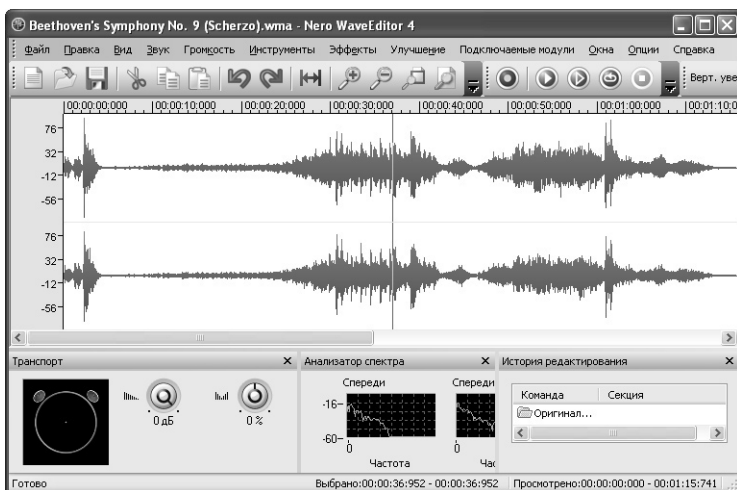
Задача оцифровки звука сводится к получению набора двоичных кодов, по которым затем можно точно восстановить исходный звук.

Отсчеты, которые берутся через равные промежутки времени, в терминах оцифровки звука называют *сэмпами* (от англ. sample – образец).

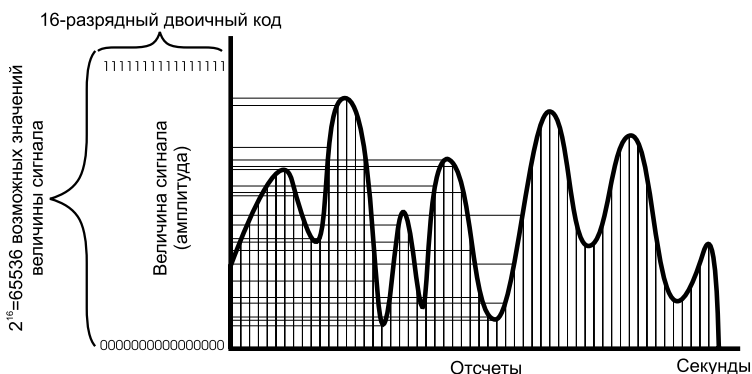
Понятно, что уровень звука на протяжении всего звукового фрагмента постоянно меняется: то он тише, то громче. На рис. 0.1 показано, как отображается величина звукового сигнала в виде временного графика в окне приложения Nero WaveEditor 4.

Максимальные и минимальные значения сигнала принято называть *амплитудой*. Величина сигнала каждого отсчета кодируется с помощью двоичного кода, который состоит из 0 и 1 (рис. 0.2). Процесс кодирования называется *квантованием*. Суть его сводится к следующему. Величина сигнала каждого отсчета сравнивается с набором эталонных значений. Цифровая запись о текущем отсчете формируется из наиболее близких эталонных значений к исходным значениям амплитуды, полученным из аналогового сигнала. Квантование по амплитуде называется *импульсно-кодовой модуляцией*, а устройство, выполняющее перевод звука в последовательность двоичных чисел, называется *аналогово-цифровым преобразователем* (АЦП). Например, подсоединенный к звуковому контроллеру компьютера микрофон подает на вход МІС

звукового контроллера аналоговый сигнал, а АЦП, находящийся на плате звукового контроллера или на материнской плате, преобразует этот сигнал в последовательность двоичных чисел, которую затем можно сохранить в файле на диске.



**Рис. 0.1.** Воспроизведение звукового файла с помощью программы Nero WaveEditor 4



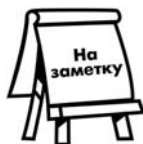
**Рис. 0.2.** Схема квантования звука по амплитуде

Набор эталонных значений определяется разрядностью двоичного числа (количеством битов), используемого для кодирования

значений амплитуды импульсов отсчета. Это количество называется *разрядностью квантования*. Так, для записи цифрового звука на компакт-диск используется 16-разрядное квантование. Набор эталонных значений амплитуды импульсов отсчета с такой разрядностью квантования состоит из  $2^{16} = 65\,536$  значений.

Именно этот процесс получения последовательности квантованных отсчетов и называется *оцифровкой звука*.

Итак, сделаем вывод. Аналоговый звуковой сигнал оцифровывается таким образом, что каждую секунду его звучания выполняется 48 000 (с частотой дискретизации 48 кГц) замеров значений его уровня с точностью в 16 бит.

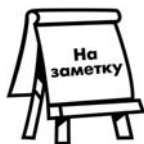


Цифровая двоичная последовательность на выходе АЦП обычно представляется в виде последовательности цифровых импульсов. Однако не надо «непосредственно примерять» эту последовательность к графику аналогового сигнала на входе. Если представить всю последовательность квантованных отсчетов в виде непрерывной последовательности единиц и нулей, а не отдельных чисел, тогда легко понять, что длина верхних площадок цифровых импульсов зависит от количества последовательно расположенных единиц, а длина нижних — от количества последовательно расположенных нулей.

Полученная последовательность отсчетов подвергается преобразованию согласно спецификации компакт-дисков аудио, известной под названием *Красная книга (Red Book)*. Такому названию спецификация обязана красному цвету обложки, в которой ее впервые опубликовали. Все последующие спецификации стандартов компакт-дисков стали также различать по соответствующим им цветам.

Итак, из 6 отсчетов формируют так называемый *микрокадр* (причем для каждого канала стереозвуча формируют свой микрокадр). Затем из 98 микрокадров формируют *сектор*. Нетрудно подсчитать, что размер *стерео микрокадра* составляет 6 отсчетов  $\times$  2 канала  $\times$  16 разрядов квантования = 192 бит. Следовательно, размер сектора равен 18816 бит или 2352 байт, так как 1 байт равен 8 бит.

Полученная последовательность микрокадров подвергается дополнительному кодированию для защиты данных от ошибок чтения с помощью избыточного кода с перекрестным перемежением Рида-Соломона (CIRC — Cross Interleaved Reed-Solomon Code). К каждому микрокадру добавляется 8 *контрольных* байт; кроме того, в начало микрокадра вставляются 3 байт (24 бит) для *синхронизации* данных и один байт так называемого *субкода*. Между всеми полученными байтами вставляется по три бита их *слияния*.



Благодаря оптической системе сканирования поверхности диска между лазерным лучом и диском нет механического трения. В результате диск не изнашивается, как бы часто его не использовали для воспроизведения. Тем не менее компакт-диски требуют бережного обращения с ними, так как царапины и пыль могут поглотить или рассеять свет лазерного луча, вызывая пропуск или искажение целых серий цифровых импульсов. Эта проблема может быть решена, если к записанным данным добавить чередующийся код CIRC. Код CIRC относится к системе коррекции ошибок, которая с помощью математических расчетов автоматически вставляет любую потерянную или искаженную информацию. Без такой системы исправления ошибок не выпускается ни одна модель CD-плеера, так как даже малейшая вибрация устройства вызывает искажения звука и изображения.

В довершение ко всему микрокадр подвергают каналному кодированию, называемому *модуляцией* 8/14 (EFM — Eight to Fourteen Modulation). В результате такой модуляции каждый байт, кроме битов синхронизации и битов слияния, превращается в так называемое слово из 14 бит, именуемых в стандарте CD-DA *канальными битами*. Подобное преобразование необходимо, чтобы сделать цифровой сигнал разборчивым, а это достигается, если между двумя единицами находится от 2 до 10 нулей.

Таким образом, микрокадр с данными, исходный размер которого равен 192 бит (24 байт), принято называть *логическим микрокадром* стандарта CD-DA. *Физический* же размер микрокадра этого стандарта равен 588 бит. Состоит он из следующих битов: 24 бит синхронизации + 3 бит слияния + 8 бит субкода + 6 бит канального

кодирования + 3 бит слияния + (8 бит данных + 6 бит канального кодирования + 3 бит слияния) × 24 байт данных + (8 контрольных бит + 6 бит канального кодирования + 3 бит слияния) × 8 контрольных байт = 588 бит.

## Скорость чтения компакт-диска

Существует еще один важный параметр для всех стандартов оптических дисков — скорость чтения дисков. Минимальная скорость чтения равна 150 Кбайт/с. Почему? Опять-таки, все началось с Audio CD. Естественная скорость воспроизведения стереозвука при 16-разрядном квантовании и частоте дискретизации 44,1 кГц равна (2 канала (бита) × 16 бит × 44100 Гц) / 8 бит = 176400 байт/с. Таким образом, за 1 с считывается 75 секторов данных (их еще называют блоками): 176400 байт/с / 2352 байт = 75 секторов/с. Это основной показатель скорости чтения оптических дисков.

Несмотря на то что CD-DA (Audio CD) является родоначальником всех форматов компакт-дисков, за единицу скорости чтения компакт-дисков была взята скорость считывания блоков диска с данными стандарта CD-ROM. Размер логического сектора Audio CD (2352 байта) одинаков для всех стандартов, основанных на CD-DA, однако используются эти байты по-разному. В формате Audio CD все байты сектора несут информацию (кодированный звук), а в формате CD-ROM информацию несут только 2048, остальное приходится на служебный код обнаружения и исправления ошибок данных. Отсюда и получаем: (75 секторов/с × 2048 байт) / 1024 байт = 150 Кбайт/с. (Как вы помните, 1 Кбайт содержит 1024 байт, а не 1000.) Вот именно эту скорость чтения данных и приняли за единицу в обозначениях *кратности скорости* чтения и записи приводов оптических дисков CD/DVD/Blu-ray/HD DVD, например: 52x (7800 Кбайт/с); 48x (7200 Кбайт/с); 40x (6000 Кбайт/с); 32x (4800 Кбайт/с); 24x (3600 Кбайт/с); 16x (2400 Кбайт/с); 12x (1800 Кбайт/с); 8x (1200 Кбайт/с); 4x (600 Кбайт/с); 2x (300 Кбайт/с).

## Емкость компакт-диска

Часто обсуждение этого вопроса связывают с одной легендой, которую иногда вспоминают в разных источниках: длительность девятой симфонии Бетховена (см. рис. 0.1) равна 74 минуты, и именно столько времени предоставляет для записи музыкальных

произведений обычный компакт-диск диаметром 120 мм. Совместной разработкой стандарта CD-DA занимались компании Philips и Sony. По одной версии, уместить на одном диске девятую симфонию Бетховена очень хотел дирижер Герберт фон Караян из подразделения Polygram компании Philips, по другой — это было любимое произведение жены председателя правления Sony. Кроме того, как раз в то время симфония была популярна в Японии. Но больше всего удивляет, что расчет емкости диска ведется именно из этих 74 минут. Автор решил дать другое, не столь изящное, зато, на его взгляд, более достоверное объяснение емкости компакт-диска диаметром 120 мм, равной *приблизительно* 650 Мбайт.

Информация на отражающем слое оптического диска записывается в виде углублений, называемых *питами* (pit). Участки между соседними углублениями называют *лендами* (land), или просто *площадками*. Площадки ничем не отличаются от остальной поверхности диска, не занятой углублениями, просто луч лазера привода сканирует именно участки диска между углублениями. Вместе эти участки с углублениями образуют дорожку, которая имеет форму спирали, начинающейся от центра диска и заканчивающуюся на внешнем крае диска.

Как уже говорилось выше, результатом помехоустойчивого и канального кодирования является непрерывный двоичный код, в котором между двумя единицами всегда присутствует как минимум два нуля. Так вот: и углубления, и площадки поверхности диска — это не что иное, как последовательности нулей, а единицы представлены границей перехода площадки в углубление, и наоборот. Другими словами, углубления и площадки представляют собой разные интервалы времени.

Сам диск и все необходимые для его правильной работы элементы имеют вполне определенные размеры. То же самое относится и к физическим элементам поверхности компакт-диска: ширина углубления составляет не меньше 0,5 мкм, длина — не меньше 0,83 мкм, а расстояние между соседними дорожками (витками спирали) не меньше 1,6 мкм. Мы специально используем слова «не меньше», так как хотим подчеркнуть, что речь идет о довольно плотной записи данных, но на поверхность с вполне определенными размерами. Поэтому, несмотря на высокую плотность записи данных, их объем можно легко сосчитать. Размеры каждого элемента поверхности определяются технологическими возмож-

ностями, а не длительностью любимого произведения жены президента. И доказательством того стало совершенствование технологии записи компакт-дисков. Заметьте — не *принципа* записи, а именно *технологии*.

Производителям удалось уменьшить размер углубления (пита) на поверхности диска до 0,62 мкм, что дало возможность увеличить плотность записи данных и выпустить диски объемом 700 Мбайт и длительностью 80 минут, 791 Мбайт (90 мин), 870 Мбайт (99 мин).

Длина углубления может увеличиваться. Таким образом, если предположить, что длина всех углублений будет не больше 0,62 мкм, то на такой диск можно записать и 1 Гбайт данных. На дисках DVD, HD DVD и Blu-ray размеры углублений и расстояние между дорожками еще меньше, что соответственно позволило увеличить их объем при тех же геометрических размерах самого диска. Так, для дисков DVD размер углубления (пита) уменьшился более чем в два раза и составляет 0,4 мкм, а за счет этого уменьшилось и расстояние между дорожками, которое составило 0,74 мкм.

Все это позволяет утверждать, что размер компакт-диска в мегабайтах является первичной величиной — как более естественный показатель для цифровой записи данных. Зная объем диска, легко рассчитать длительность цифрового звука, который можно записать на этот диск. Зная, что данные считываются с компакт-диска со скоростью 150 Кбайт/с, получаем:  $((650 \text{ Мбайт} \times 1024) / 150 \text{ Кбайт/с}) / 60 \text{ с} \approx 74 \text{ мин}$ .

## Другие диски

Кроме дисков диаметром 120 мм существуют и другие, менее распространенные у нас мини-CD: диаметром 80 мм (объемом 210 Мбайт) и в формате визитной карточки — обрезанные с двух сторон 80-миллиметровые диски. На такой диск можно записать от 10 до 70 Мбайт. Если вы обратили внимание, то лоток привода для оптических дисков имеет не совсем гладкую поверхность, а больше напоминает блюдце. Внутреннее углубление как раз и предназначено для установки компакт-дисков в формате мини-CD.

## Устройство CD-диска

Оптический диск схематически можно представить в виде одной спирали, так как у оптического диска всего одна физическая

дорожка для записи данных, которая разворачивается по спирали от внутреннего к внешнему краю диска.

*Логические* дорожки, которые специалисты по звукозаписи называют *треками* (track), являются лишь представлением цифрового звука на одной и той же *физической* дорожке компакт-диска. Таким образом, говоря о расстоянии между дорожками, специалисты имеют в виду шаг между витками спиральной физической дорожки. Треки формируются по следующим правилам: логические сектора объединяются в трек произвольной длины, но не меньше 300 блоков; всего треков может быть не больше 99; между треками обычно вставляются пропуски длительностью 2 с ( $2 \times 75 = 150$  блоков). Как правило, один трек содержит одну музыкальную композицию.

## Адресация CD

Положение сектора на музыкальном диске указывается в следующем формате: минута:секунда:сектор. Время рассчитывается, исходя из единичной скорости чтения диска (75 блоков в секунду). Например, времени звучания 30 минут 23 секунды соответствует:  $(30 \text{ мин} \times 60 \text{ с} + 23 \text{ с}) / 75 \text{ секторов/с} = 136725 \text{ секторов}$ . Таких пар данных, описывающих начало музыкального трека, или дорожки, может быть не больше 99 (т.е. ровно столько, сколько может быть треков на диске). Хранится эта информация музыкального диска в так называемой *вводной зоне* (lead-in), которая расположена на внутреннем крае информационной области. *Оглавление диска* (TOC — Table of Contents) содержит не только адреса музыкальных фрагментов, но и названия композиций, имена исполнителей и т.д.

## Диски с данными только для чтения (CD-ROM)

CD-ROM (Compact Disc — Read Only Memory) — стандарт оптических дисков, предназначенный для хранения данных любого типа. Как и Audio CD, CD-ROM является диском с металлическим отражающим слоем, изготавливаемым методом штамповки. Физические параметры CD-ROM такие же, как и у Audio CD. Как уже упоминалось, различна лишь логическая структура их секторов.



## Дополнительные алгоритмы обнаружения и исправления ошибок

Размер данных в секторе CD-ROM меньше из-за необходимости хранения дополнительных кодов EDC/ECC (Error Detection/Error Correction Code), предназначенных для обнаружения и исправления ошибок. Как уже указывалось выше, данные с компакт-дисков могут считываться некорректно в связи с рядом реально существующих воздействий на диск и привод в процессе их работы. Если музыкальные данные Audio CD не удается восстановить по соседним отсчетам с помощью избыточного кода Рида-Соломона, то средне-статистический слушатель и не уловит отсутствия звукового сигнала в течение тысячных долей секунды. Однако для компьютерных файлов, представляющих собой взаимосвязанные цепочки данных, например программы, архивы и т.д., такие погрешности недопустимы, поскольку в них значимым является каждый бит информации. Поэтому при записи дисков CD-ROM используют дополнительные алгоритмы обнаружения и исправления ошибок.

### Структура сектора CD-ROM

Для дисков CD-ROM, в которых с целью обнаружения и исправления ошибок используются стандартные коды EDC/ECC, применяется так называемый первый режим записи — *Mode 1*. Сектор таких дисков имеет следующую структуру: 12 байт (для синхронизации) + 4 байт (заголовок) + 2048 байт (собственно данные) + 284 байт (коды EDC/ECC) = 2352 байт.

Для дисков CD-ROM, на которые записываются данные, не использующие стандартные коды обнаружения и исправления ошибок (EDC/ECC), применяется второй режим записи — *Mode 2*. Такой режим данных применяется для данных, которые не критичны к ошибкам, например для записи музыки, видео и изображений, или в том случае, если используются нестандартные алгоритмы обнаружения и исправления ошибок. Сектор таких дисков может иметь следующие структуры.

*Form 1:* 12 байт (для синхронизации) + 4 байт (заголовок) + 8 байт (подзаголовок) + 2048 байт (данные) + 4 байт (код EDC) + 276 байт (код ECC) = 2352 байт.

*Form 2:* 12 байт (для синхронизации) + 4 байт (заголовок) + 8 байт (подзаголовок) + 2324 байт (данные) + 4 байт (код EDC) = 2352 байт.

Как видите, сектор Form 2 содержит больше данных, чем сектор Form 1 и режим Mode 1.

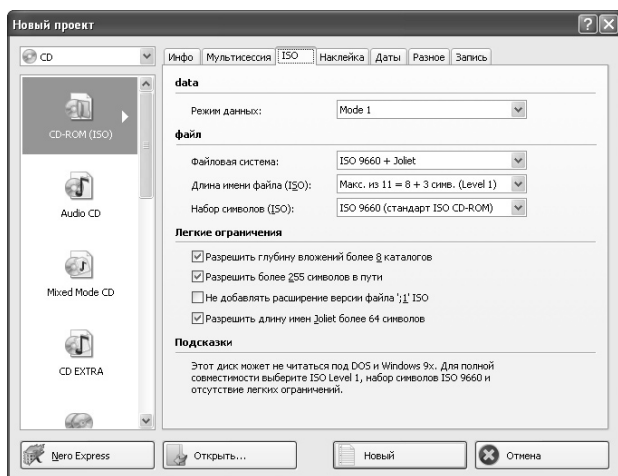
## Файловые системы компакт-дисков

В отличие от музыки, которая хранится на компакт-диске в виде последовательных логических дорожек, данные на компакт-дисках, как уже упоминалось, хранятся в виде файлов. Для управления этими данными была разработана специальная файловая система, подобная тем, что уже рассматривались в этой книге. Первой системой была ISO 9660, которая используется и по сей день. Чтобы файлы на компакт-диске данных могли быть прочитаны в любой операционной системе (подобных DOS, UNIX и Windows), на ISO 9660 был наложен ряд ограничений, названных Level 1 и Level 2.

- ◆ Первый уровень ограничений (*Level 1*) позволяет использовать не больше 8 символов для имен файлов и 3 символа — для их расширений. В именах можно использовать только заглавные буквы латинского алфавита, цифры и символ подчеркивания. Имена каталогов не должны иметь расширений. Вложенность каталогов может быть не больше 8 уровней.
- ◆ Второй уровень ограничений (*Level 2*) содержит тот же перечень ограничений, что и первый, но позволяет использовать до 32 символов в имени файла.

Теперь становится понятным, что кроется под аббревиатурами ISO Level 1 и ISO Level 2, которые можно встретить в приложении для записи дисков Nero (рис. 0.3).

Как видно на рис. 0.3, в приложении Nero Burning ROM можно легко изменять ограничения первого и второго уровня файловой системы ISO. Это стало возможно благодаря появлению новых файловых систем, учитывающих развитие современных операционных систем и не накладывающих таких жестких ограничений на файлы компакт-дисков с данными, как ISO 9660. Одной из таких систем является файловая система Joliet, возможности которой используются по умолчанию в приложении Nero Burning ROM (см. рис. 0.3). Уяснив себе ограничения ISO 9660, можно понять расширения Joliet, тем более, если вы используете русскую версию Nero Burning ROM.



**Рис. 0.3.** Вкладка ISO для выбора формата диска с данными и настройки ограничений файловой системы в приложении Nero Burning ROM

## Диски с расширенной архитектурой (CD-ROM/XA)

Диски для записи данных с расширенной архитектурой обозначаются как CD-ROM/XA (eXtended Architecture). CD-ROM/XA совместимы с файловыми системами High Sierra и ISO 9660 и имеют следующие расширения архитектуры.

- ◆ На диски CD-ROM/XA можно *дописывать* данные, т.е. в отличие от обычных CD-ROM эти диски могут работать с несколькими оглавлениями файлов. Каждая новая запись (оглавление) называется *сессией*.
- ◆ Звук, изображения и любые произвольные данные записываются на диски вперемешку — *чередуются* (interleaving) одни с другими. В начале каждого фрагмента данных записывается специальный флаг, по которому определяется тип данных: аудиоданные, изображение или просто данные. Изображения могут быть статическими, анимированными или же полноценными видеоданными. Например, на одной дорожке сначала может быть записан видеоклип, затем

соответствующий ему звуковой кадр. Поэтому диски CD-ROM/XA особенно удобны для записи видео, например фильмов. Чтобы воспроизводимый звук соответствовал показываемому видеокадру, считанные приводом компакт-дисков данные синхронизируются специальными программами, которые называют *проигрывателями*.

- ◆ Чтобы на один компакт-диск длительностью 74 минуты можно было записать фильм длительностью более 2 часов, в CD-ROM/XA применяются специальные алгоритмы *сжатия данных*. Их распаковка выполняется непосредственно в процессе чтения данных CD-приводом для воспроизведения их на компьютере. Поэтому на медленных компьютерах, где основная нагрузка по распаковке ложится на процессор, появляется задержка в выводе видео, так как система не справляется с процессом своевременной распаковки данных и подачи их на экран дисплея и аудиосистему компьютера.

Диски CD-ROM/XA — это диски режима Mode 2. Как мы уже знаем, данный режим существует только в одной из двух форм.

- ◆ Форма 1 (Form 1) — предназначена для хранения данных.
- ◆ Форма 2 (Form 2) — предназначена для хранения музыки, видео и изображений.

Формат CD-ROM XA используется также и для сжатия звуковых данных, благодаря чему вместо 74 минут на обычный диск можно записать более двух часов музыки.

Для сжатия звуковых данных с целью увеличения объема данных, которые можно записать на диск, формат XA использует не 16-разрядное кодирование, а 4- или 8-разрядное. В зависимости от качества звука может также изменяться частота дискретизации. CD-ROM XA предлагает два уровня кодирования звука.

- ◆ *Level B*: частота дискретизации 37,8 кГц, моно или стерео.
- ◆ *Level C*: частота дискретизации 18,9 кГц, моно или стерео.

Уровень выбирается в зависимости от звуковых данных (ясно, что для музыки нужно выбрать более качественный уровень B, а для речи вполне хватит уровня C).

В программе Nero Burning ROM формат CD-ROM/XA доступен в списке **Режим данных** (строка **Mode 2/XA**) на вкладке **ISO** окна параметров проекта (см. рис. 0.3).

## Специальные типы CD

Как было сказано выше, диски CD-I (CD-Interactive) предназначены для воспроизведения на специальном устройстве — проигрывателе CD-I, к которому подключен телевизор. Вывод графической информации выполняется на экран телевизора, а звука — на аудиосистемы телевизора.

Диски CD-I Ready, кроме проигрывателя CD-I, могут воспроизводиться и на обычном бытовом CD-проигрывателе. В этом случае с диска будут воспроизводиться только аудиоданные, как с обычного Audio CD.

Диски CD-Bridge позволяют одновременно работать с форматами CD-I и XA. Для этого в общее оглавление диска включены дорожки формата CD-I, содержащие адресные метки форматов CD-I и XA.

Диски Kodak Photo CD предназначены для мультисессионной записи коллекций фотографий. Эти диски используют формат CD-Bridge, который трансформирован в файловую систему ISO 9660. Диски этого формата могут быть воспроизведены на обычном телевизоре с помощью плеера, поддерживающего этот формат, или на компьютере с помощью соответствующего программного проигрывателя.

Диски Karaoke CD или CD+G представляют собой расширение стандарта Audio CD, позволяющее, кроме звуковых дорожек, записывать на диск дополнительную графическую или текстовую информацию в субканалы. Такие диски воспроизводятся с помощью CD-привода компьютера или CD-проигрывателя, который поддерживает эти диски и снабжен видеовыходом для подключения его к телевизору. Не нужно, наверное, говорить о том, насколько популярными в последнее время стали диски Karaoke CD. Конечно, для того чтобы устроить «караоке на компьютере», нужно кроме CD-привода, способного читать данные из субканалов, соответствующее программное обеспечение и микрофон.

Диски CD+MIDI представляют собой расширение стандарта Audio CD для записи не только аудиоданных, но и видеоданных, графической информации и данных в формате MIDI, генерируемых и считываемых музыкальными синтезаторами.

Диски CD Text, или CD-G Text, представляют собой расширение стандарта Audio CD, позволяющее записывать кроме

аудиоданных текстовую и графическую информацию в субканалы. На практике на эти диски записывают только текст (название альбома, имя исполнителя и названия композиций), который выводится на специальном дисплее тех проигрывателей, которые поддерживают чтение данных из субканалов (работают с дисками CD Text).

Диски CD Extra или CD+ (CD Plus) поддерживают *смешанный режим* записи данных (Mixed Mode), когда на диск можно записать данные разной природы: аудио, видео, графику. Однако аудиоданные на диски CD Extra записываются в первой сессии, что позволяет обычным CD-проигрывателям воспроизводить такие диски, как обычные Audio CD. Остальные данные на диск записываются в процессе других сессий. Таким образом, CD-проигрыватели, которые считывают дорожки с начала диска, игнорируют остальные данные, а оптические приводы компьютера, которые считывают данные с конца диска, могут работать со всей информацией, записанной на CD Extra. Как правило, в этом формате записываются многие компьютерные игры.

## **Диски для видео — стандарты VCD и SVCD**

Стандарт VCD (Video CD) предназначен для записи фильмов на компакт-диск. Для кодирования данных (видео и аудио) на таких дисках используется формат MPEG-1. Однако качество изображения на таких дисках невысокое.

Стандарт SVCD (Super Video CD) является улучшенной версией VCD. В SVCD данные кодируются с помощью формата MPEG-2, который по своим характеристикам значительно превышает MPEG-1. В результате качество изображения намного лучше (хотя и уступает DVD). Фильмы в стандарте SVCD можно записывать самостоятельно на компьютере на диски CD-R. Кроме того, MPEG-2 поддерживает шесть каналов звучания саундтрека (т.е. обеспечивает работу в системе Surround Sound 5.1) и субтитры на четырех языках.

Форматы MPEG-1 и MPEG-2 поддерживаются любым бытовым DVD-проигрывателем, а также всеми CD-приводами для компьютеров.

## **Записываемые компакт-диски (CD-R и CD-RW)**

### **Устройство CD-R**

Стандарт CD-R (Compact Disc Recordable) описывает записываемые CD-диски с возможностью однократной записи. Данные, однажды записанные на CD-R, уже нельзя удалить с диска. Поэтому такие диски получили среди пользователей название «болванка», по аналогии с металлическими заготовками, из которых можно выточить только одну деталь.

Физическое устройство болванки отличается от штампованного компакт-диска. Вместо алюминиевого отражающего слоя, нанесенного на выдавленные углубления, используется слой органического вещества, которое темнеет при нагревании. Когда диск чист, этот слой прозрачен. При воздействии лазерного луча образуются непрозрачные участки, которые при чтении ведут себя, как углубления. Коэффициент отражения этого слоя ниже, чем у алюминия, поэтому некоторые старые CD-проигрыватели и CD-приводы для компьютеров не читают CD-R или читают их с ошибками.

### **Устройство CD-RW**

Стандарт CD-RW (Compact Disc ReWritable) описывает записываемые CD-диски с возможностью многократной записи, т.е. данные могут быть записаны, а затем удалены с диска. Повторяться это процесс может многократно.

Для дисков CD-RW вместо красителя используется поликристаллическое вещество, которое под действием лазера переходит из прозрачного состояния в непрозрачное. Во время записи лазер выборочно нагревает области записываемых дорожек до 700 °С. Расплавленные кристаллы перетекают по дорожке в аморфную область, которая быстро охлаждается. Отражающая способность аморфных областей намного ниже, чем у кристаллических, поэтому на дорожке образуются кристалло-аморфные участки, подобные углублениям и площадкам обычного штампованного диска.

При повторной записи лазер воздействует на аморфные области вдоль дорожки при более низкой температуре, чем температура плавления кристаллов, что позволяет вернуть эти области