

Петр Андреевич Ташков

Восстановление данных на 100%

Петр Ташков

на 100%

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДАННЫХ



CD с демонстрационными версиями программ для восстановления данных

1010110010101000
0101010101010101
0011001010101010
01
001
101



Эта книга поможет вам:

- «реанимировать» поврежденные файлы
- восстанавливать потерянную информацию с внешних носителей
- выбрать лучшую программу для восстановления данных
- предотвратить потери информации

ПИТЕР®

Петр Ташков

Восстановление данных на 100%

Введение

Чем больший объем информации поступает к нам каждый день, тем больше мы зависим от ее сохранности. Любопытно, что количество цифровых данных, к которым нам приходится обращаться, растет гораздо быстрее, чем степень надежности устройств для их хранения. «Человеческий фактор» также остается неизменным. Более того, то трепетное отношение, которое мы испытывали к первым дискетам и винчестерам, стало уже немодным. В результате материальный и моральный ущерб от потерь данных только увеличивается. Совсем недавно о сохранности и восстановлении информации говорили в основном применительно к корпоративному сектору. Сегодня же любой из нас очень зависим от того, что хранится на диске его компьютера, компакт-дисках, flash-картах и картах памяти в мобильных устройствах.

Сегодня восстановление данных – важная составляющая работы с любой информацией. Существуют большие компании, сделавшие восстановление потерянной информации своей основной сферой деятельности, и множество индивидуальных мастеров, предлагающих помощь в решении подобных проблем. Вместе с тем в большинстве случаев с извлечением удаленных или поврежденных данных грамотный пользователь, не говоря уже о системном администраторе, вполне может справиться самостоятельно. Благо, и отдельные энтузиасты, и целые коллективы выработали множество программных решений, используемых для восстановления данных, с которыми вы уже готовы были проститься навсегда. Некоторые программы ориентированы даже на начинающего пользователя и довольно просты в применении.

Эта книга – одна из первых попыток составить практическое руководство к действиям в самых разных ситуациях утраты информации, с которыми может столкнуться любой из нас. Возможно, кому-то она поможет самостоятельно спасти крайне важные документы, вдруг исчезнувшие с жесткого диска компьютера. Для кого-то книга может стать первым шагом к занятиям профессиональным восстановлением информации. Эта сфера деятельности не только весьма увлекательна, но и, как показывает опыт, довольно прибыльна.

В начале книги кратко будут рассмотрены общие принципы хранения информации в компьютере и ее восстановления в случае потери. Как читатель сможет убедиться, эти принципы применимы к любому носителю – разница лишь в некоторых технических деталях.

Каждая из глав посвящена практическим аспектам восстановления данных с основных типов носителей: винчестеров, полупроводниковых накопителей и лазерных дисков. В отдельной главе рассматривается работа с RAID-массивами: хотя они и состоят из обычных жестких дисков, извлечение данных оттуда носит особый характер.

В последнюю главу книги включены смежные с восстановлением данных вопросы: предупреждение потерь информации и его планирование, гарантированное безопасное удаление данных, рациональное использование носителей и резервное копирование. Все эти проблемы анализируются как с точки зрения системного администратора, так и с позиции «домашнего пользователя».

Примечание

Вопросы ремонта носителей в книге рассматриваются лишь настолько, насколько это нужно для извлечения данных, хранившихся на них. Это сделано совершенно сознательно: как правило, ремонт, особенно программный, приводит к полному уничтожению информации на диске, хотя и делает его пригодным к дальнейшей эксплуатации.

От главы коллектива авторов

Высказать замечания и пожелания, задать вопросы по этой книге вы можете по адресу AlexanderZhadaev@sigmaplus.mcdir.ru или посетив нашу домашнюю страничку www.sigmaplus.mcdir.ru (здесь вы найдете дополнительные материалы к книге, сможете принять участие в форуме или пообщаться в чате).

Александр Жадаев

От издательства

Ваши замечания, предложения и вопросы отправляйте по адресу электронной почты dgurski@minsk.piter.com (издательство «Питер», компьютерная редакция).

Мы будем рады узнать ваше мнение!

На сайте издательства <http://www.piter.com> вы найдете подробную информацию о наших книгах.

Глава 0

Принципы хранения информации

- Носители и накопители
- Случаи потери информации и принципы восстановления

В этой главе рассматриваются общие моменты. По компьютерной традиции нумеровать все с нуля, нумерация глав книги также начинается с нуля. Ко всему сказанному здесь повествование будет возвращаться вновь и вновь при рассмотрении самых разных случаев утраты и восстановления информации.

Носители и накопители

Информация, о восстановлении которой пойдет речь в этой книге, существует в двоичном виде на различных *устройствах хранения*, или *носителях*. С точки зрения обычного пользователя, носитель – это устройство, способное хранить информацию и выдавать ее через какой-либо *интерфейс*. Например, жесткие диски с интерфейсами SATA или IDE, flash-диски с интерфейсом USB и т. д. Пользователь, владеющий компьютером на более профессиональном уровне, называет их накопителями или *устройствами хранения информации*, а слово «носитель» употребляет лишь для определения одного из внутренних компонентов такого устройства.

Внутри устройства есть компонент, который и является собственно носителем, – диски (в просторечии – «блины») винчестера или кристалл flash-памяти. На нем физически записана информация как последовательность двоичных элементов. Это могут быть магнитные домены либо полупроводниковые элементы в одном из двух состояний. Поскольку активное использование устройств хранения связано с использованием магнитных дисков (хотя еще раньше появились барабаны и ленты), с носителями ассоциируется именно слово «диск».

Компонент, который обеспечивает передачу информации с носителя в интерфейс и обратно, назовем пока общим словом *контроллер*. При этом на носителе информация записана непрерывно, а по интерфейсу она передается определенными *словами*, или *блоками*. Структура двоичной записи на носителе может очень сильно отличаться от того, как она видится через интерфейс.

Мы обычно понимаем это как *аппаратный уровень* хранения данных. И носитель, и контроллер являются составляющими, специально созданными друг для друга, а их «взаимоотношения», как правило, – секрет производителя винчестера или flash-диска. Тем не менее пользователь, который хочет заниматься восстановлением информации, должен быть готов к тому, что ему придется работать со всеми элементами устройства хранения! Лишь в отношении компакт-дисков носитель и привод с контроллером выступают совершенно отдельными и самостоятельными компонентами, и это заметно облегчает задачу: неисправен контроллер – просто поменяйте привод!

Информация на носителе *структурирована*, что позволяет контроллеру по мере необходимости обращаться лишь к нужным участкам дорожки или матрицы. Эта структура, как правило, тоже засекречена. Обычно считывание информации на глубинном физическом уровне возможно лишь с помощью «родного» или совершенно идентичного контроллера. Благодаря функциям контроллера, операционной системе компьютера носитель представляется уже набором *кластеров* или *логических блоков*.

На аппаратном уровне уже заложены меры, повышающие устойчивость информации. В

первую очередь, это *избыточность* записи на пластинах винчестера или лазерном диске: одни и те же данные дублируются, снабжаются контрольными суммами. При повреждении отдельных элементарных ячеек утраченное содержимое восстанавливается за счет дубликатов. Этот процесс происходит непрерывно, и пока контроллер может восстановить данные на аппаратном уровне, мы таких потерь не замечаем вовсе.

Логическая структура информации, прежде всего, связана с файлами и файловой системой. *Файлом* называют законченную, непрерывную, именованную последовательность байтов, представляемую операционной системе компьютера. На носителе файл существует как некоторый набор кластеров с данными. Информация о том, какие кластеры составляют этот файл, является содержанием *файловой системы*. Физически информация о структуре данных записана там же, где и сами данные, и говорить о «физическом» или «логическом» повреждении информации на носителе можно лишь условно. Если потери затронули кластеры, где находится содержимое файла (область данных), мы обычно говорим о «физическом» дефекте; если же они коснулись области, где были записаны сведения о структуре, дефект представляется нам «логическим».

Следует учитывать, что и на носителе, и в файле всегда присутствует некая «полезная» уникальная информация – она-то и представляет главную ценность. Другая же часть информации является «служебной», то есть несет в себе структуру данных. При повреждении этой части обратиться к устройству хранения стандартными средствами операционной системы невозможно, но с помощью специальных программ удастся сделать его побайтную или поблочную копию – так называемые сырые данные (Raw data).

Случаи потери информации и принципы восстановления

Отдельные главы книги посвящены восстановлению информации с различных типов носителей. В каждой главе, кроме первой, будут рассмотрены сходные ситуации. От причин и места потери данных зависит тактика их восстановления.

Тем не менее при восстановлении есть один главный принцип. Для успешного восстановления данных нужно, прежде всего, максимально полно и бережно скопировать содержимое проблемного носителя «как есть» на какой-либо другой носитель. Поскольку мы почти никогда не знаем заранее, что послужило причиной потерь, безопаснее работать с такой копией, ведь любые лишние операции с проблемным носителем могут увеличить степень его повреждения.

- Потери данных на физическом уровне возникают, когда повреждаются сами элементы, хранящие информацию, а избыточность записи не может покрыть такую потерю. Примерами служат разрушение магнитного слоя пластин винчестера, царапины на отражающем слое лазерного диска или деградация ячеек flash-накопителя. Это самый серьезный случай: восстановление данных в принципе невозможно. Если затронуты элементы, на которых хранилась содержательная часть данных, то о них придется забыть. Если повреждены служебные данные, в некоторых случаях можно извлечь оставшуюся «полезную» часть, а затем попробовать воссоздать ее структуру.

- Примером аппаратных проблем, приводящих к недоступности данных, могут служить неисправности контроллеров, головок или механики жесткого диска, царапины на прозрачной стороне лазерного диска. При этом сама информация обычно не затронута, нужно лишь обеспечить доступ к ней. Восстановление начинается с устранения аппаратной проблемы.

- Нарушения логической структуры при полной аппаратной сохранности носителя могут возникнуть в результате некорректного изменения служебной информации. Как правило, это вина пользователя, программных ошибок или действий вредоносных программ. Причиной могут послужить и аппаратные сбои, например перепады напряжения в момент записи такой информации, «небезопасное» извлечение flash-диска во время обращения к нему. Восстановление сводится к извлечению сырых данных и воссозданию их структуры.

Частным случаем является корректное, но опрометчивое удаление файлов и папок либо форматирование дисков. Фактически при удалении файла сначала только модифицируются записи в файловой системе, а сами данные остаются на диске до тех пор, пока на их место не будут записаны новые. Успех восстановления зависит, прежде всего, от того, производилась ли запись новых данных, «затерших» удаленные, или нет.

- Повреждение информации внутри файла. Файл формально цел, но не может быть открыт предназначенной для этого программой: выдается сообщение об ошибке. Это может быть следствием любой из названных выше причин. С разбора именно такой ситуации начинается книга.

Средства, необходимые для восстановления, зависят от характера и причины потери данных. В простейшем случае это специализированные программы, работающие в среде MS-DOS или Windows, – такие средства доступны каждому, кто хочет попробовать свои силы в восстановлении информации. Аппаратно-программные комплексы включают в себя электронные схемы, подменяющие или дополняющие штатную электронику носителей информации, и программное обеспечение. Как правило, такие комплексы достаточно дороги, что и ограничивает их применение любителями. Ремонт гермоблоков жестких дисков связан с выполнением очень тонких манипуляций и требует серьезных практических навыков, специального инструмента и «чистой комнаты». Это, а также потребность в запасных частях для ремонта делают выполнение подобной работы возможным и рентабельным лишь в специализированных сервисных центрах. Тем не менее в книге будут рассмотрены некоторые моменты таких манипуляций с винчестерами.

Глава 1

Восстановление поврежденных файлов

- Структура файлов в программе Hexplorer
- Понятие формата файла
- Восстановление файлов собственными средствами прикладных программ
- Программы для восстановления файлов
- Полезные ссылки
- Резюме

В этой главе речь пойдет о восстановлении так называемых битых файлов. Файл может быть поврежден при его некорректном сохранении, особенно если вы пытались открыть, а затем сохранить файл, созданный кем-то в более новой версии прикладной программы. Такие файлы можно извлечь с поврежденного носителя. И хотя скопировать их удастся, при попытке открыть «спасенный» файл вы увидите сообщение об ошибке. После восстановления данных со случайно отформатированного диска среди найденных файлов наверняка окажется немало битых. Наконец, подобные файлы найдутся в результате анализа данных, сохраненных операционной системой при проверке и автоматическом исправлении ошибок жесткого диска, – такие файлы имеют расширение СНК.

Считается, что файл – именованная конечная и непрерывная последовательность байтов, несущая некую информацию. Для наших целей (восстановления данных) этого достаточно. В тех файлах, которые приходится восстанавливать на практике, такая последовательность обычно кодирует вполне осмысленную и завершенную информацию, например текст документа или растр (множество точек) изображения.

Напомним, что 1 байт = 8 бит, то есть каждый байт может принимать значения от 0 до $2^8 = 256$ в десятичной (dec) или $2^8 = FF$ в шестнадцатеричной (hex) форме записи. Существуют программы, которые позволяют просматривать и изменять содержимое любого файла как простой последовательности байт. Логично называть их байтовыми или двоичными (бинарными) редакторами. Поскольку такие программы обычно показывают

значения байтов в шестнадцатеричном виде, за ними закрепилось название «HEX-редакторы».

Если открыть файл в любом HEX-редакторе, мы увидим такое представление его содержимого. О применении HEX-редакторов для восстановления содержимого файла будет сказано в конце главы, они помогут понять структуру файла и то, в чем заключается суть ее повреждений.

Структура файлов в программе Hexplorer

Программа ICY Hexplorer – простой, но достаточно функциональный бесплатный редактор двоичных данных. Дистрибутив ее доступен на сайте разработчиков <http://hexplorer.sourceforge.net>.

Рабочая область окна разделена по вертикали. После открытия файла в левой части рабочей области отображается содержимое файла по байтам в виде их шестнадцатеричных значений (рис. 1.1). В правой части окна те же самые байты интерпретируются как ASCII-значения текстовых символов.

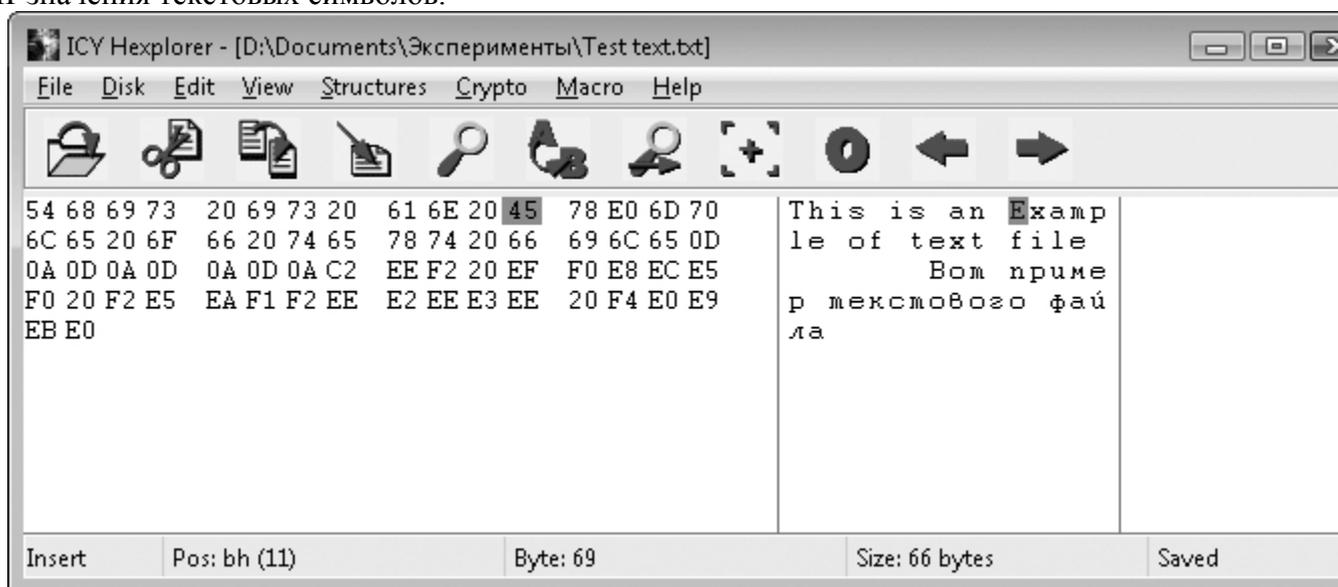


Рис. 1.1. Окно программы Hexplorer – открыт текстовый файл

При этом выделенный фрагмент одновременно подсвечивается в обеих половинах окна. Легко заметить, что означает каждый байт файла, если считать, что им закодирован какой-либо текстовый символ. При рассмотрении текстовых файлов такая интерпретация совершенно справедлива. Команды меню View (Вид) и Structures (Структуры) позволяют интерпретировать содержимое файла иначе, например как точечный рисунок, и просмотреть его в дочернем окне.

Понятие формата файла

Существует множество типов и форматов файлов. В общем виде формат – это сведения о том, как программа должна интерпретировать содержимое файла при его открытии. Иногда формат путают с расширением имени файла, но это совершенно разные понятия. Операционная система может использовать расширение имени файла, чтобы быстро определить, какой программой должен открываться данный файл. Как правило, расширение должно соответствовать формату, но это вовсе не обязательно. Сведения о формате находятся в самом файле – они помещаются в начало последовательности байтов.

Текстовый файл – самый простой формат. Каждый байт текстового файла является кодом определенного символа ASCII (буквы, цифры или знака препинания), а также

символов пробела, начала и конца строки. Кроме значений текстовых символов, в текстовом файле действительно больше ничего нет! Структура любых других типов файлов гораздо сложнее.

В качестве примера откроем в HEX-редакторе файл рисунка в формате BMP (рис. 1.2). В самом начале файла дана последовательность 42 4D – в текстовой интерпретации это буквы BM. Затем следует довольно длинная последовательность байтов, в которой преобладают нулевые значения, а уже за ней начинается массив самых разных значений, который продолжается до самого конца файла.

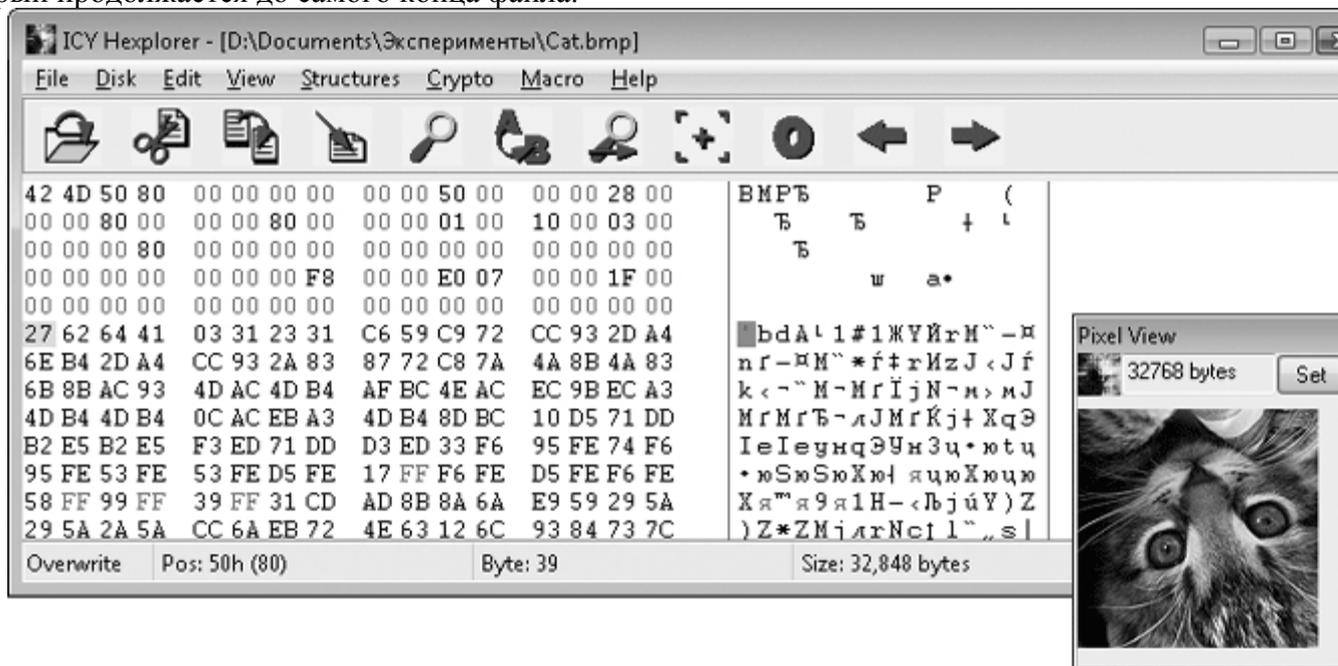


Рис. 1.2. Окно программы Hexplorer – открыт файл рисунка в формате BMP

Можно предположить, что начало файла – какая-то служебная информация, причем самые первые ее байты указывают на формат файла. Лишь затем следует то содержимое, которое программа, работающая с подобными файлами, должна интерпретировать как рисунок.

Примечание

В Интернете существует ресурс, который неоднократно будет упоминаться – «Википедия», или «Свободная энциклопедия». Она содержит большое количество сведений и о форматах файлов, и о многих других понятиях, всю информацию о которых в одну книгу собрать просто невозможно.

В статье говорится, что BMP-файл действительно состоит из четырех частей:

- заголовок файла (BITMAPFILEHEADER). Первое поле заголовка (первые два байта) является сигнатурой – указанием на тип файла;
- заголовок изображения (BITMAPINFOHEADER) – необязательный компонент, он может отсутствовать;
- палитра, которая также может отсутствовать;
- само изображение – каждый байт описывает одну точку рисунка.

Здесь необходимо сделать важный вывод. Очевидно, что искажение или утрата данных, относящихся к первым трем частям, может привести к тому, что файл перестанет открываться предназначенной для этого программой, хотя вся значимая информация в нем осталась цела. В этом случае появится сообщение «Файл имеет неправильный формат или поврежден». Наоборот, утрата или искажение данных самого изображения никак не повлияет на открытие файла, но в открывшемся рисунке выпадут или будут искажены отдельные фрагменты.

В качестве эксперимента можно сделать несколько копий файла, намеренно испортить каждую из них в разных местах с помощью HEX-редактора, а затем сохранить. Открывая эти файлы стандартным средством просмотра Windows или программой Paint, пользователь убедится в справедливости сделанного ранее вывода.

Подобным образом устроен любой файл, хотя спецификация частей файла зависит от его типа. Описания почти всех форматов опубликованы, их можно найти в Интернете. Некоторые из детальных описаний занимают не один десяток страниц. Причем понятное описание форматов файлов Microsoft Office найти труднее всего, но все же существуют и общие положения.

- В начале файла всегда находится его заголовок (header). Сам заголовок тоже обладает внутренней структурой.

- Заголовок начинается сигнатурой, или «магическим числом». Это фрагмент кода, который однозначно дает понять, что это за файл или какой программой он создан. Например, EXE-файл всегда начинается с символов MZ, архив RAR содержит в своем коде сигнатуру RAR.

- Другие поля заголовка могут содержать информацию о размере файла, указывать, на каком байте заканчиваются заголовки и начинаются собственно данные, и так далее.

- В файле могут присутствовать специфические для данного формата заголовки, например для файлов изображений они указывают алгоритм сжатия, глубину цвета, размеры изображения в точках и т. д. Для звуковых файлов такими параметрами будут частота и разрядность оцифровки, число каналов, алгоритм сжатия и пр.

- В некоторых файлах могут присутствовать вспомогательные компоненты: палитра, кодовая таблица, внедренные данные шрифтов, макросов и т. д. В отдельных форматах, наподобие документов Microsoft Office или CorelDRAW, такие данные могут занимать больше места, чем все остальное. Достаточно посмотреть, каков размер «пустого» документа Microsoft Word 2003!

- Собственно уникальные данные документа. Иногда в сложных документах эти данные организованы в виде цепочек, или порций (chunks). В таком случае где-то в заголовках дается ссылка на начало и размер каждой порции.

- Указатель конца файла или контрольная сумма (check sum) подтверждают целостность файла. Они присутствуют далеко не во всех форматах.

Очевидно, любой поврежденный файл можно восстановить или хотя бы извлечь полезную информацию, открыв и отредактировав такой файл HEX-редактором. Если испорчена информация о формате, ее (теоретически) можно воссоздать, а затем открыть файл «штатным» приложением. Если повреждена область самих данных, из файла можно извлечь только то, что осталось.

Восстановление или извлечение полезной информации из поврежденных файлов вручную – трудоемкая задача. По сути она схожа с программированием. Проблема даже не в том, чтобы разобраться в структуре формата, а в том, что для поиска и создания новой записи «нужных» байтов потребуется масса рутинных и утомительных пересчетов, проб и проверок. Поэтому на практике, если существует такая возможность, вначале целесообразно прибегнуть к двум другим способам.

Восстановление файлов собственными средствами прикладных программ

В некоторых прикладных программах изначально заложена возможность тестирования и восстановления поврежденных документов. Эти возможности довольно ограничены, но иногда и их оказывается достаточно. С другой стороны, кому как не разработчикам программ известны все тонкости используемых форматов, а также алгоритмы их создания и восстановления.

Внимание!

Перед любыми попытками восстановления битого файла необходимо сделать несколько его копий. Не стоит экспериментировать с единственным исходным экземпляром!

Восстановление документов средствами Microsoft Word

В программе Microsoft Word предусмотрена функция открытия документов с восстановлением. Кроме того, в полный состав пакета Microsoft Office входит *конвертер восстановления текста*. По умолчанию он не устанавливается.

Заметим, что есть еще и третья функция, связанная с использованием автосохранения документов Word в процессе работы приложения. Она скорее относится к области резервного копирования: копии документа периодически сохраняются в той же папке, что и открытый документ, либо в папке \Application Data\Microsoft\Word в профиле пользователя. Если приложение Microsoft Word аварийно завершило работу до корректного сохранения документа пользователем, при очередном его открытии вы увидите панель Восстановление документов, на которой показаны существующие резервные копии файла. Скорее всего, при восстановлении действительно битых файлов эта функция не сработает.

Для установки конвертера восстановления текста необходимо повторно запустить программу установки Microsoft Office.

1. В начальном окне установки выберите пункт *Добавить или удалить компоненты*. Нажмите кнопку *Далее*.

2. В окне *Выборочная установка* установите флажок *Расширенная настройка приложений* и нажмите кнопку *Далее*. Появится окно *Расширенная настройка*.

3. Компонент *Конвертер восстановления текста* находится в группе *Общие средства Office* → *Конвертеры и фильтры* → *Конвертеры текстовых файлов*. Нажмите стрелку рядом с этим компонентом и выберите пункт *Запустить с моего компьютера*.

4. Следуя указаниям мастера, завершите установку выбранных компонентов.

5. После этого запустите программу Word. Зайдите в окно настроек (меню *Сервис* → *Параметры*) и на вкладке *Общие* установите флажок *Подтверждать преобразование при открытии*. Сохраните настройки.

Теперь есть два пути. Для начала воспользуйтесь встроенной функцией восстановления документа.

1. В меню *Файл* выберите команду *Открыть*. Появится окно *Открытие документа*.

2. Выберите в нем файл для восстановления.

3. Нажмите на стрелку рядом с кнопкой *Открыть* и выберите команду *Открыть и восстановить* (рис. 1.3).

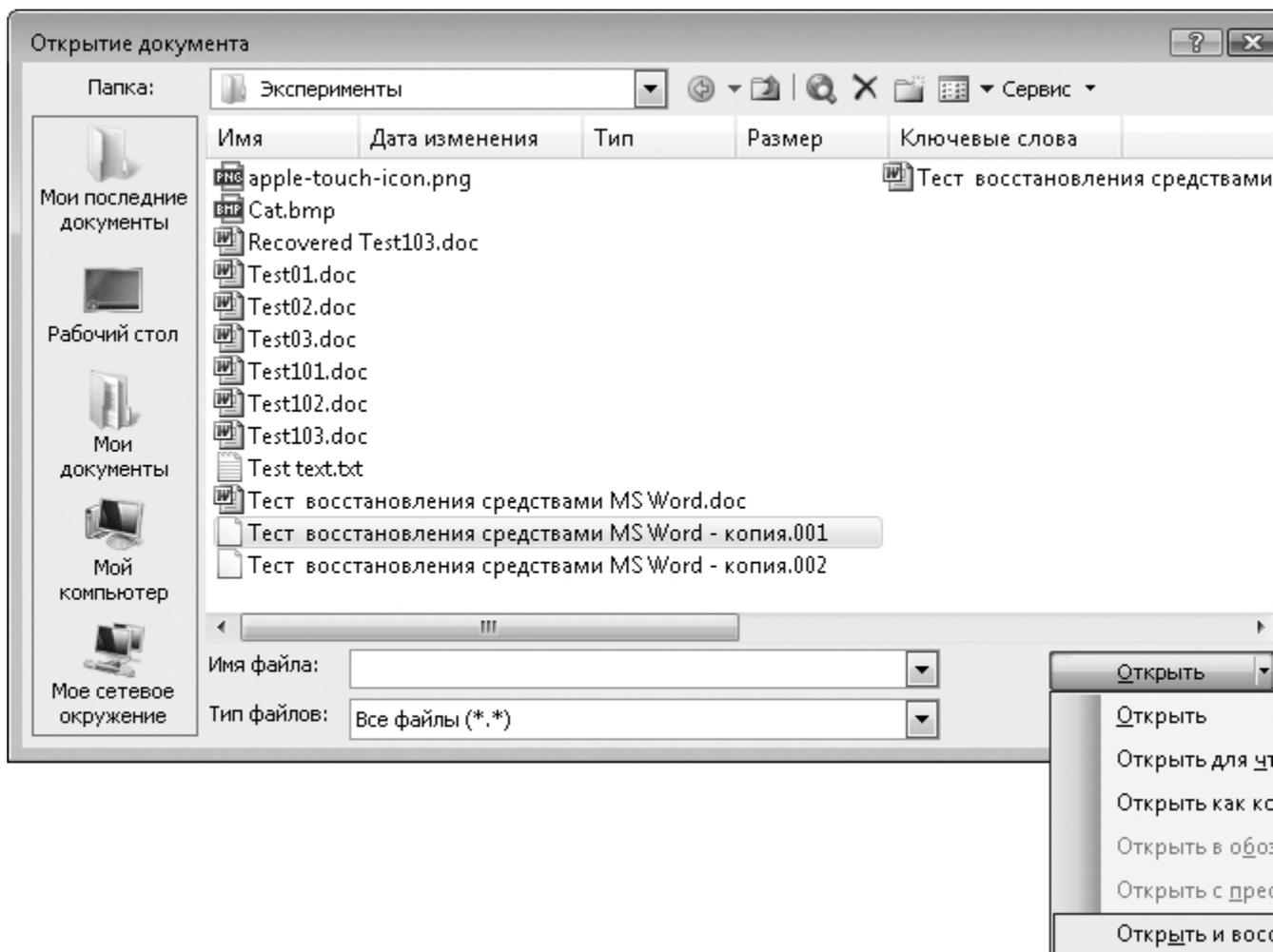


Рис. 1.3. Открытие документа с восстановлением

Возможно, документ успешно откроется. Открыв документ, сохраните его под другим именем. Еще лучше скопировать все содержимое и вставить его в новый документ. Однако эксперименты показывают, что таким образом можно исправить только самые незначительные дефекты. Чуть большими возможностями обладает конвертер восстановления текста.

1. В окне Открытие документа в раскрывающемся списке Тип файла выберите параметр Восстановление текста из любого файла.
2. Откройте нужный файл. В процессе открытия может появиться дополнительное окно Преобразование файла (рис. 1.4).

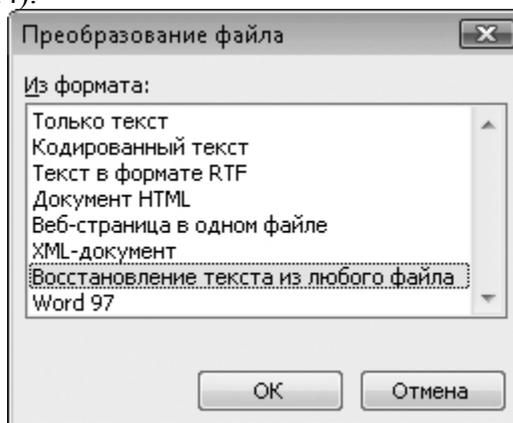


Рис. 1.4. Окно Преобразование файла

3. Выберите в этом окне вариант Восстановление текста из любого файла и нажмите

кнопку ОК.

При таком восстановлении будет утеряно исходное форматирование документа – вместо него получится чистый текст (plain text). Тем не менее и эта функция срабатывает далеко не всегда. В таком случае следует восстановить документ специальными программами от сторонних разработчиков.

Восстановление архивов в программе WinRAR

В популярном архиваторе WinRAR (<http://www.rarlab.com>) заложена функция восстановления поврежденных архивов. Эта программа может восстанавливать архивы форматов RAR и ZIP. Тип архива WinRAR пытается определить автоматически по сигнатуре файла и по его расширению, но пользователь может указать тип архива и самостоятельно.

Формат RAR предусматривает внесение в архив избыточной информации – так называемой *информации для восстановления* сразу при его создании. Для этого при добавлении файлов в архив в окне Имя и параметры архива необходимо установить флажок Добавить информацию для восстановления (рис. 1.5). По умолчанию этот флажок снят. На вкладке Дополнительно задается относительный размер информации для восстановления в процентах от общего размера архива.

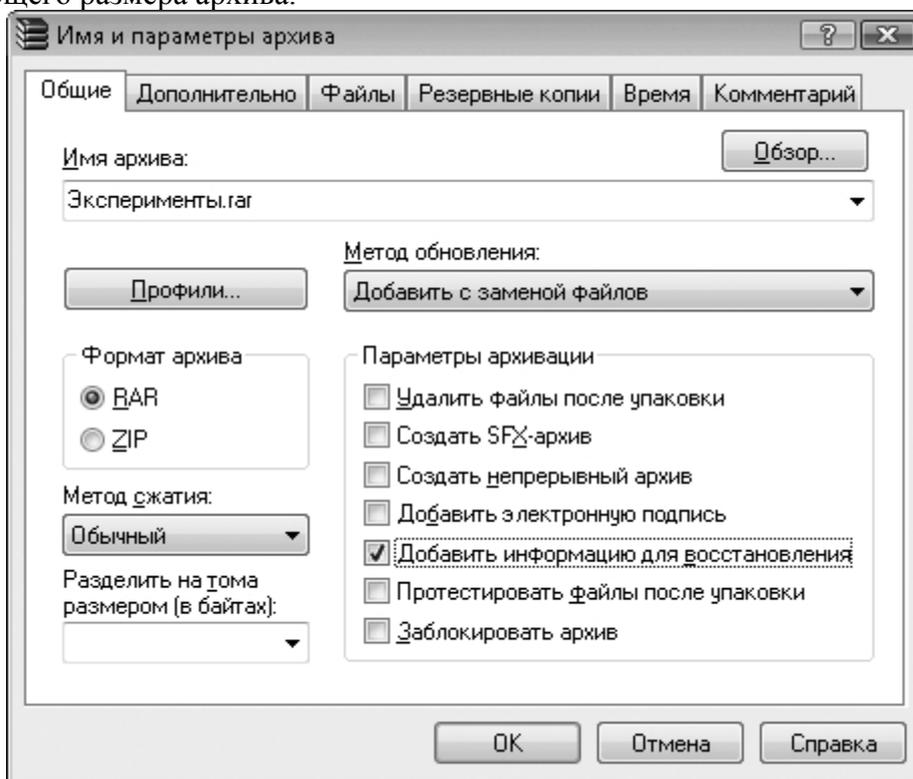


Рис. 1.5. Создание архива и добавление информации для восстановления

Добавление такой информации неизбежно увеличивает размер архива, но этой мерой предосторожности пользуются не всегда. Как правило, при сжатии файлов на первое место выходит минимальный размер получаемого архива. Создатели программы рекомендуют добавлять информацию для восстановления в архивы, которые предполагается записывать на гибкие диски или при сжатии особо ценных данных.

Восстановление архива происходит в два этапа. Сначала в архиве находится блок информации для восстановления. Если такой блок в архиве присутствует, поврежденная часть данных невелика по размеру и непрерывна, то шансы на успешное восстановление велики. В результате архиватор создает новый файл с именем `fixed.arcname.rar`, где *arcname* – имя исходного поврежденного архива.

Если в испорченном архиве нет информации для восстановления или повреждение

очень серьезное, то делается попытка восстановления по другому алгоритму. Реконструируется лишь структура архива. Создается новый архив с именем rebuilt.arcname.rar, где arcname – имя исходного архива. Из этого восстановленного архива удастся извлечь неповрежденные файлы. Из простых архивов успешно извлекаются все уцелевшие данные. Из непрерывного (solid) архива обычно удается восстановить только файлы, располагавшиеся в начале архива до места повреждения.

Когда в процессе обычного открытия архива программа WinRAR обнаруживает в нем ошибки, выводится окно с диагностическими сообщениями (рис. 1.6). По содержанию этих сообщений уже можно судить о характере и степени повреждения файла.

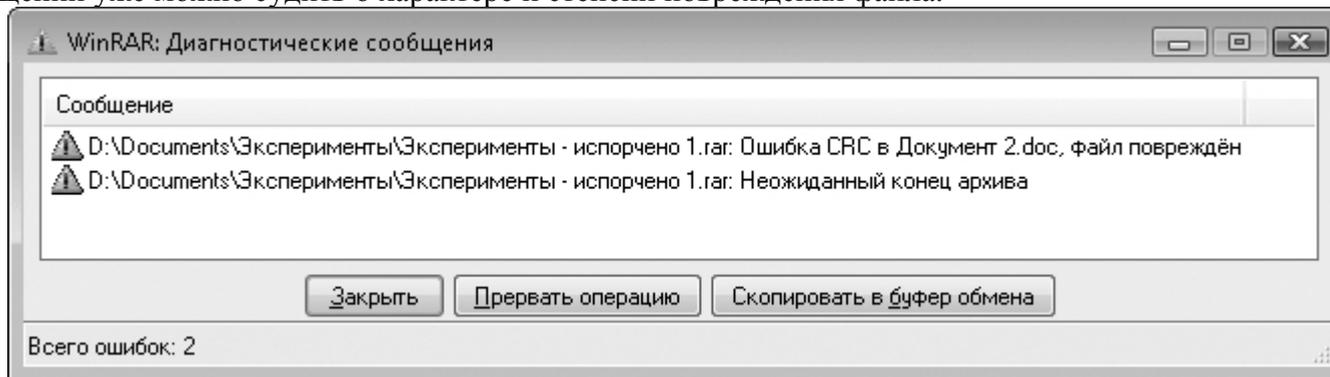


Рис. 1.6. Диагностические сообщения программы WinRAR

Для восстановления выделите архив в окне программы WinRAR и нажмите кнопку Исправить или выберите команду меню Операции → Восстановить архив(ы). Последующие диалоги зависят от характера повреждений и сохранности отдельных компонентов файла.

В частности, при повреждении заголовка потребуется указать, каков формат исходного архива: RAR или ZIP, а также является ли архив непрерывным. В ходе операции восстановления программа может спросить у пользователя, нужно ли считать файлом найденный в архиве элемент: Подозрительный элемент возможное имя файла>. Добавить в архив: Да/Нет/Все. Ответьте Да, чтобы добавить этот элемент в fixed.arcname.rar.

Для устранения неисправностей архивов RAR программа WinRAR представляется оптимальным и основным средством. Для архивов ZIP она также дает неплохие результаты, но здесь конкуренцию составляют многочисленные специализированные программы.

Восстановление баз 1С: Предприятие

Базы данных, с которыми работают программы семейства 1С: Предприятие, состоят из множества отдельных файлов. Часть из них несет сведения о конфигурации, а другие (файлы с расширением DBF) являются изменяемыми файлами базы данных. Если ошибка затронула только конфигурационные файлы, проще всего не восстанавливать базу, а просто переписать эти файлы из дистрибутива конфигурации или любой резервной копии.

Повреждение базы чаще всего происходит в результате системных сбоев, внезапного отключения питания компьютеров или возникновения проблем с локальной сетью. Основной и прямой путь восстановления базы – тестирование и исправление ее средствами программы 1С, запущенной в режиме Конфигуратора. Главная особенность подобного восстановления в том, что Конфигуратор использует логику построения базы и некоторые данные могут быть восстановлены по связанным с ними записям в других, неповрежденных файлах.

Разумеется, перед любыми попытками восстановления следует создать резервную копию базы данных. Лучше всего сделать это простым копированием папки с базой в другой каталог.

1. Откройте программу 1С в режиме конфигуратора.
2. Запустите проверку открытой базы (меню Администрирование → Тестирование и исправление).

3. При наличии свежей резервной копии можно сразу приступить к исправлению: выберите вариант Тестирование и исправление. В ходе тестирования показываются обнаруженные ошибки базы. Обратите внимание на имена файлов. При исправлении, в случае разночтений, программа может попросить указать, на основании каких данных следует восстанавливать конкретную запись или же ее следует удалить вообще.

4. После восстановления откройте базу в монопольном режиме и проверьте корректность записей и итогов. Вполне возможно, что какие-то записи придется исправить или добавить вручную.

Восстановление поврежденных баз возможно почти всегда. Дело лишь в числе утраченных записей. Восстановление отдельных файлов специальными программами практически не требуется – средства Конфигуратора 1С достаточно эффективно восстанавливают структуру файлов базы данных. В программу заложены средства архивирования, и другие способы резервного копирования всегда есть в распоряжении. Восстановление из последнего архива может оказаться быстрее тестирования и восстановления даже с учетом повторного ввода данных, появившихся с момента последнего архивирования.

Программы для восстановления файлов

Специализированные программы созданы для восстановления файлов почти любого известного формата. По числу программ на первом месте, безусловно, оказываются документы Microsoft Office. Простой поиск в Интернете выдает около трех десятков названий утилит для восстановления документов Word или таблиц Excel.

Работа подобных программ основана на том, что в файле ищутся присущие этому формату структуры (заголовки, таблицы и т. д.). Если структура найдена, она анализируется на предмет допустимости содержащихся в ней записей. Правила проверки известны, они прямо вытекают из описания формата. Если запись явно не соответствует допустимому или ожидаемому значению, то она исправляется. Точно так же могут генерироваться отсутствующие или неполные структуры. Конкретные алгоритмы работы у всех программ свои собственные, поэтому разными оказываются и результаты их работы в реальных ситуациях.

В отношении программ восстановления действует то же правило, что и в отношении антивирусов: чем больше приложений будет использовано в данном конкретном случае, тем выше шансы на успех. Однако, если одна из программ однажды помогла там, где другие были бессильны, это вовсе не означает, что она лучше остальных восстановит и любой другой битый файл. К счастью, почти все подобные программы доступны в условно-бесплатных (trial или shareware) и демоверсиях. Ограничение обычно касается сохранения восстановленных данных либо максимально допустимого объема восстанавливаемой информации.

Создайте несколько копий поврежденного файла – для каждой попытки свой экземпляр. Если с первого раза восстановление удалось – хорошо. Если же нет, следует применить одно средство за другим. Возможно, какая-то очередная программа сможет восстановить текст или данные таблицы. В таком случае остается лишь приобрести ее или зарегистрировать *иным образом*.

Здесь уместно небольшое экономическое отступление. В работе с компьютером в отдельно взятой семье или фирме программа восстановления, скорее всего, понадобится однократно. После потери и вызванных ею сложностей пользователи станут осмотрительней и будут регулярно делать резервные копии. Получается, что цена лицензии равна цене восстановления от одного до десятка файлов. Цена лицензий составляет от десятка до нескольких сотен долларов. Видимо, лучше сначала попробовать применить *все* демоверсии, которые можно найти, а затем обратить внимание на цены.

Для тех, кто занимается восстановлением информации профессионально, оправдан и иной подход. Например, пакет Office recovery – почти универсальное и эффективное средство. Лицензия окупится довольно быстро, ведь восстановление данных – всегда востребованная и неплохо оплачиваемая услуга.

Далее будут рассмотрены несколько программ. Выбор их почти случаен, так как одна из главных задач книги – показать программы разного класса и подходы к работе с такими программами. Если первая программа – «автомат» для начинающего пользователя, вторая – «полуавтомат» с возможностью ручной доводки результата, то третья – любительская разработка, требующая определенных навыков от того, кто ей пользуется.

Пакет Office recovery

Компания Recoveronix Ltd. предлагает более 30 утилит для автоматического восстановления файлов большинства распространенных форматов. С официального сайта компании (<http://www.officerecovery.com/office/>) можно скачать как отдельные приложения, так и их пакет под общим названием Office recovery. Чтобы дать представление о возможностях пакета, далее перечислены некоторые входящие в него программы.

- Recovery for Word, Recovery for Excel, Recovery for Outlook Express, Recovery for Outlook, Recovery for PowerPoint, Recovery for Publisher, Recovery for Access – восстановление документов Microsoft Office.

- PDFRecovery, PhotoshopRecovery – восстановление документов Adobe.

- PixRecovery – восстановление графических файлов BMP, GIF, TIFF, JPEG.

- ZipRecovery – восстановление архивов ZIP.

- В состав пакета включены средства восстановления документов Microsoft Works, WordPerfect, многих форматов баз данных.

Кроме перечисленных инструментов для восстановления битых файлов, в пакет Office recovery входят программы для операций иного рода. Восстановлению и извлечению информации с поврежденных носителей посвящены следующие главы. Здесь же просто названы такие компоненты пакета.

- MediaHeal for CD and DVD, MediaHeal for Diskettes, MediaHeal for Flash, MediaHeal for Hard Drives, MediaHeal for Removable Disks – средства восстановления данных с различных носителей.

- FreeUndelete – утилита для восстановления случайно удаленных данных.

При установке пакета предлагается выбрать необходимые приложения. Каждое из них устанавливается в отдельную папку и является вполне самостоятельным. Все окна приложений построены по одному образцу. Интеграция заключается в наличии в окне каждого приложения пункта меню Toolbox (Инструменты), под которым раскрывается большой список остальных приложений.

Самое востребованное из приложений – Recovery for Word. Все остальные составляющие пакета построены точно по такому же принципу и рассчитаны на пользователя с минимальной подготовкой. В качестве опытного образца можно рассмотреть файл, из которого HEX-редактором вырезаны фрагменты кода и/или на их место записан «мусор» – случайные значения. Это очень напоминает повреждения файлов в результате сбоя записи или считывания их с неисправного носителя.

1. Запустите программу и нажмите в ее главном окне кнопку Recover (Восстановить). Появится стандартное окно открытия файла.

2. Выберите файл, который нужно исправить, и нажмите в этом окне кнопку Recover (Восстановить). Начнется процесс восстановления файла. Комментарии выполняемых операций появляются в главном окне, а вскоре в окне Save the Recovered File (Сохранить восстановленный файл) будет предложено указать имя файла (рис. 1.7). По умолчанию для сохранения результата восстановления предлагается имя исходного файла с приставкой Recovered.

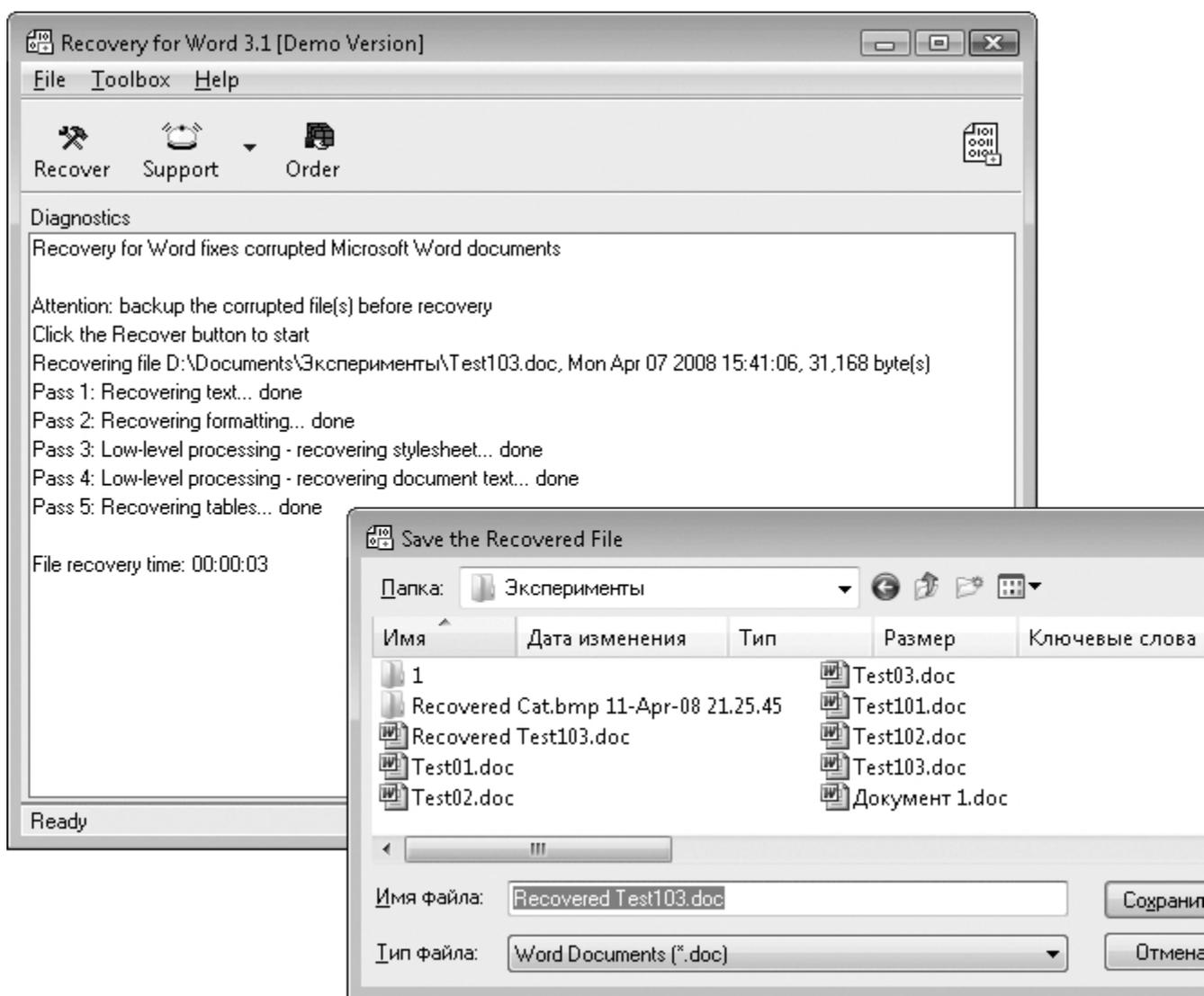


Рис. 1.7. Recovery for Word

Восстановленный файл можно открыть через Проводник Windows и убедиться в результатах. Демоверсия программы заменяет часть восстановленного текста словами demo demo demo. В остальном программа абсолютно функциональна. Она восстанавливает текст документа, включая использованное форматирование, стили, таблицы, рисунки и другие внедренные объекты.

Набор программ от компании Recoveronix Ltd. в отношении восстановления документов Microsoft Office опережает аналогичные утилиты других разработчиков и по количеству восстанавливаемых файлов, и по полноте восстановления данных внутри каждого документа. Основной недостаток пакета – его цена. Лицензия на один компонент Recovery for Word 3.1 стоит около \$150, а цена пакета из 14 приложений составляет около \$350.

Программа JPEG Recovery Pro

Если приложения пакета от Recoveronix работают почти в автоматическом режиме, то программа JPEG Recovery Pro сочетает в себе функции автоматического восстановления формата файлов JPEG с возможностью редактирования восстановленных данных. Дистрибутив программы JPEG Recovery Pro доступен на сайте разработчика <http://www.hketech.com>.

В процессе работы программа сканирует заданную директорию, перечисляет

обнаруженные там файлы изображений и предлагает выбрать файлы, которые следует восстановить. Затем программа пытается извлечь и восстановить выбранные файлы, сохраняя их на диск. Еще до сохранения можно с помощью второго компонента программы в отдельных окнах убрать или отретушировать поврежденные части изображений.

1. Запустите программу и вызовите окно ее настроек командой меню File → Options (Файл → Настройки). На первой вкладке задается список типов файлов, которые программа будет искать (рис. 1.8). На второй вкладке, Other options (Другие настройки), можно задать максимальное число файлов (Max. no. of physical files) и количество файлов в начале сканирования, которое следует пропустить (Skip first n physical files). Обе эти настройки могут быть полезны при восстановлении файлов непосредственно с носителей цифровых фотоаппаратов. На картах памяти может оказаться множество фрагментов от ранее удаленных изображений, и ограничения помогут избежать просмотра лишнего материала.

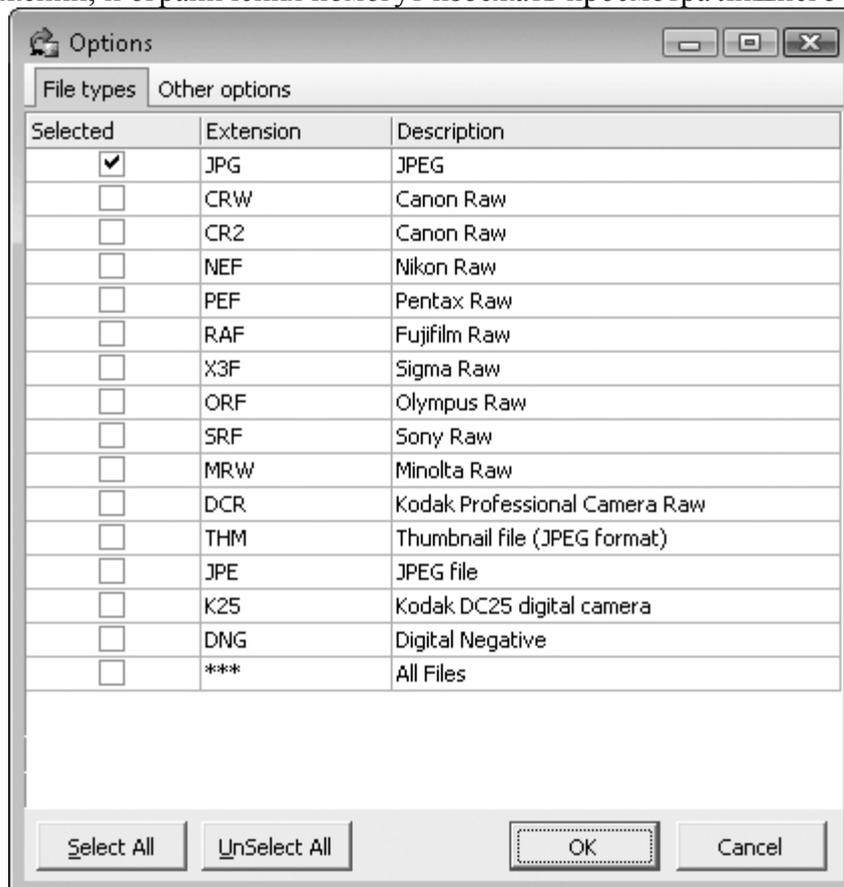


Рис. 1.8. Выбор типов файлов

2. Сохраните настройки.

3. Задайте в поле Folder (Папка) путь, по которому программа будет искать изображения, а в поле Output Folder (Папка для вывода) путь, по которому должны сохраняться восстанавливаемые файлы.

4. Нажмите кнопку Scan (Сканировать). В рабочей области появятся уменьшенные изображения найденных рисунков (рис. 1.9).

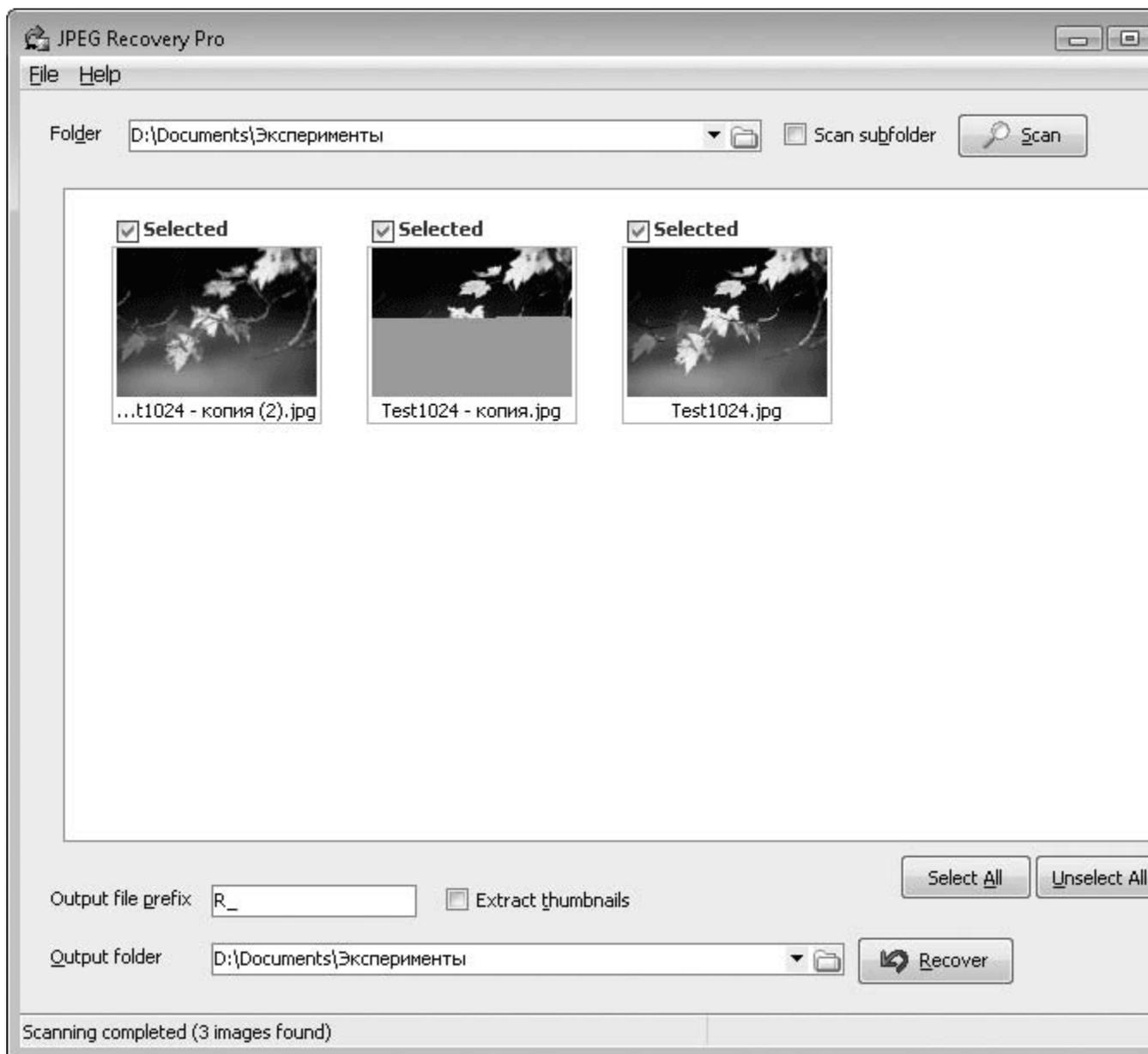


Рис. 1.9. Результат поиска изображений

5. Установите флажки рядом с теми изображениями, которые требуется восстановить и сохранить. Нажмите кнопку Recover (Восстановить). Файлы будут сохранены.

6. Если в главном окне программы видно, что изображение повреждено, как, например, средний рисунок в описываемом примере, попробуйте исправить его иначе. Дважды щелкните кнопкой мыши на искаженном рисунке. Появится окно, предлагающее попытаться исправить изображение автоматически (рис. 1.10).

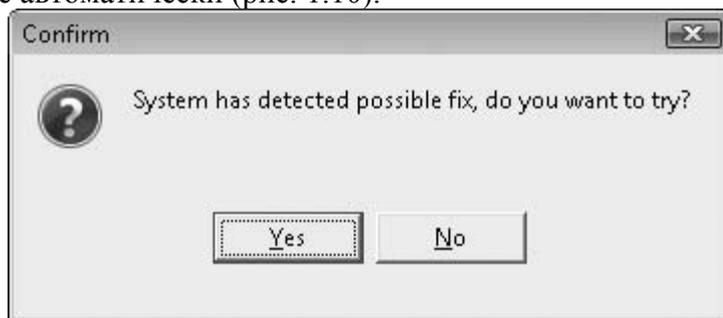


Рис. 1.10. Запрос попытки автоматического исправления

7. Чтобы предпринять такую попытку, нажмите кнопку Yes (Да). В изображение будут внесены изменения на усмотрение программы, а затем оно откроется в окне встроенного редактора JPEG Recovery Pro Editor (рис. 1.11). Если нажать в окне кнопку No (Нет), никаких поправок вноситься не будет и изображение откроется в редакторе в исходном виде.



Рис. 1.11. JPEG Recovery Pro Editor

Как видно на примере (в середине файла 256 байтов информации об изображении были заменены псевдослучайным набором чисел), до автоматического восстановления картинка была «обрезана» с места повреждения. После автоматического восстановления изображение проявилось до конца, но в одном месте стала видна бледная полоска – это и есть тот самый «мусор», привнесенный в рисунок в целях порчи. Еще одна типичная проблема формата JPEG – сдвиг или инверсия цветов части изображения после утраты или изменения фрагмента данных. Такая проблема тоже удачно устраняется автоматическим исправлением в рассматриваемой программе.

У редактора JPEG Recovery Pro Editor есть две основные функции: удаление всех пикселей от одной заданной точки до другой и вставка/удаление заданного числа пикселей или рядов, считая от заданной точки. Такие операции подходят для удаления случайно добавленного «мусора» или, наоборот, для устранения сдвига пикселей в результате потери фрагмента данных. Осваивать эти приемы лучше чисто практически. Редактор поддерживает откат и возврат (Undo/Redo) производимых действий, поэтому наилучший способ коррекции можно подбирать многократно. При этом нельзя забывать, что после сохранения восстановленного файла его всегда можно дополнительно обработать в любом графическом редакторе, например Adobe Photoshop, и окончательно вернуть рисунку нормальный вид.

Программа CDRfind

Документы CorelDRAW – один из распространенных типов файлов. Эти документы тем более ценны, что в них обычно содержатся результаты многодневной работы дизайнеров или художников-иллюстраторов. Как правило, и те, и другие к резервному копированию своих трудов относятся крайне легкомысленно.

Вместе с тем утилит для восстановления файлов CDR создано очень мало. Данная программа – набор полезных инструментов для работы с файлами CorelDRAW. В том числе эта программа может восстанавливать сбойные файлы CDR. Автор программы, Михаил Кондаков, предлагает загрузить ее со своего сайта (<http://mbkhome.narod.ru/>). Главное окно программы предельно просто (рис. 1.12).

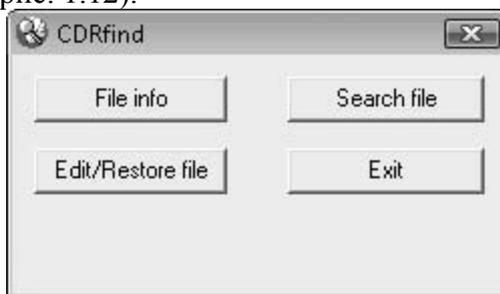


Рис. 1.12. Программа CDRfind

Чтобы просмотреть содержимое файла CDR, нажмите кнопку File Info (Информация о файле) и в открывшемся стандартном окне выберите файл, который нужно открыть. Появятся два окна программы Блокнот: в первом (info.log) показаны сведения о файле, содержащихся в нем шрифтах (Fonts used), и весь текст, который можно извлечь из этого файла (Document text). Во втором окне (map.log) показана структура файла в виде перечня содержащихся в нем полей (рис. 1.13).

```

info.log - Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка

D:\Documents\Эксперименты\CH01.CDR

Version 13
Size: 617180
SubVersion: 13.00

Fonts used:
Pragmatica(кириллический)
Batang(Хангиль)
Arial(Арабский)
Pragmatica(Западный)
Arial(Западный)
wingdings(Символьный)
Arial(кириллический)

Document text:
Системаохлажденияпроцессора
Системаохлаждениявидеоадаптера
Оперативнаяпамять
Процессор(под радиатором)
Видеоадаптер(под радиатором)
Привод DVD
Вентиляционнаярешетка
Вентиляционнаярешетка
жесткий диск(под крышкой)
Аккумулятор
Firewire
RJ-11
RJ-45
USB
S-VHS
PS/2

```

```

map.log - Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка

D:\Documents\Эксперименты\CH01.CDR

Version 13
Size: 617180
0000000C:  vrsn          size:2
00000016:  DISP          size:282C
0000284A:  LIST          INFO size:18
00002856:  IKEY          size:2
00002860:  ICMT          size:2
0000286A:  LIST          cmpr size:90D
00000000:  LIST          bmtpt size:0
0009363E:  LIST          cmpr size:34
00000000:  LIST          doc size:3
0000000C:  pfrd          size:2
00000016:  mcfg          size:2006
00002024:  ptrt          size:10
0000203C:  LIST          fntt size:
00002048:  font          size:128
00002178:  font          size:128
000022A8:  font          size:128
000023D8:  font          size:128
00002508:  font          size:128
00002638:  font          size:128
00002768:  font          size:128
00002898:  LIST          filt size:
000028A4:  LIST          filc size:
000028B0:  fild          size:40
00002904:  LIST          filc size:
00002910:  fild          size:80
00002998:  LIST          filc size:
000029A4:  fild          size:98
00002A44:  LIST          filc size:
00002A50:  fild          size:40
00002AA4:  LIST          filc size:
00002AB0:  fild          size:16
00002ACE:  LIST          filc size:
00002ADA:  fild          size:40

```

Рис. 1.13. Анализ содержимого файла

Другая полезная функция программы – поиск документа CDR на диске по заданному критерию. Такими критериями могут быть содержащийся в файле текст либо размеры графических объектов внутри файла. Эта функция запускается нажатием кнопки Search File (Найти файл). Интересна функция восстановления битого файла.

1. Нажмите кнопку Edit/Restore File (Редактировать/восстановить файл). Откроется окно Edit file (Редактировать файл).

2. Нажмите в этом окне кнопку Open file (Открыть файл) и в стандартном окне Windows выберите сбойный файл CDR, который будет открыт. Структура открывшегося файла отобразится в рабочей области диалога (рис. 1.14).

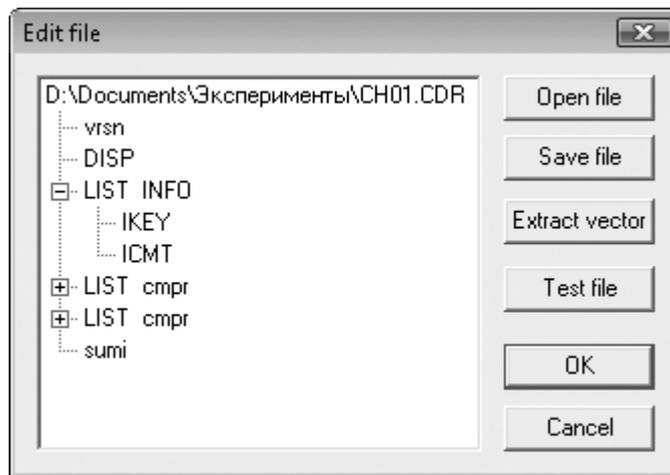


Рис. 1.14. Окно Edit file (Открыть файл)

После этого можно попробовать вновь сохранить файл, нажав кнопку Save file (Сохранить файл) и указав имя нового файла. Из исходного файла будут удалены сбойные поля, а сам он будет сохранен в упакованном виде. После этого попытайтесь открыть получившийся документ в программе CorelDRAW. При открытии, скорее всего, будут выводиться многочисленные сообщения об ошибках. Их следует игнорировать, и в конце концов файл все-таки откроется. После этого можно скопировать нужное содержимое в новый файл, созданный в программе CorelDRAW.

Если проблемный участок приходится на растровую картинку, внедренную в файл, то можно попробовать извлечь из файла только его векторную часть. Для этого существует режим Extract vector (Извлечь векторную часть). Нажав эту кнопку и выбрав исходный и результирующий файлы, можно получить файл, содержащий только векторную часть исходного. При открытии такого файла программа CorelDRAW тоже будет выдавать сообщения об ошибках. Их снова нужно проигнорировать и, открыв, сохранить файл (Save as) заново или скопировать объекты из него в новый документ.

Восстановление файлов в HEX-редакторе

Как уже было сказано, теоретически можно восстановить хотя бы часть значимой информации из любого поврежденного файла. Все, что для этого нужно, – редактор двоичных данных, документ с развернутыми сведениями о формате, склонность к программированию и достаточно много времени. Готовых решений здесь не существует, остается сформулировать общие направления.

Попытайтесь проанализировать файл, открыв его в HEX-редакторе. Об одной из таких программ – Hexplorer – говорилось в начале главы. Широко известны и другие редакторы, например WinHex (<http://www.winhex.com>), HEdit или Free Hex Editor Neo (<http://www.hhdssoftware.com>). По основным возможностям все эти программы равноценны, а отличия могут оценить, главным образом, программисты, которые часто пользуются дополнительными функциями поиска и редактирования.

Возможно, данные удастся восстановить с первой попытки. Если файл содержит несжатый текст, достаточно будет скопировать эти фрагменты и собрать их воедино в текстовом редакторе. Так как требуемый результат уже достигнут, то может возникнуть мысль, что восстанавливать больше ничего не надо.

Для большинства форматов нужно все-таки восстановить структуру файла, чтобы впоследствии удалось открыть документ в предназначенном для этого приложении. Чем более подробным описанием формата располагает пользователь, тем больше шансов заметить в файле какие-либо неточности. При этом образцом для сравнения может послужить аналогичный по размеру и свойствам неповрежденный файл: откройте рядом

второе окно редактора и постарайтесь найти отличия. Разумеется, к содержательной части это не относится, а вот разницу в структуре заголовков заметить можно почти всегда.

Дальнейшие действия – процесс творческий. Высчитывая размер или смещение отдельных компонентов файла, можно попытаться подставить эти значения в поля заголовков. Найти положение полей и их допустимые значения помогут описание структуры или сравнение с другими подобными файлами. Уже названный редактор Hexplorer позволяет сохранять промежуточные результаты редактирования, а затем отменять выполненные изменения. Сохраненный файл сразу же можно проверить, открывая его в соответствующем приложении. В случае неудачи нужно вернуться на несколько шагов назад и попытаться применить другие значения и т. д.

В исключительных случаях срабатывают любые методы: например, удается скопировать заголовок одного файла JPEG и вставить его на место утраченного или испорченного в другой файл. Иногда такие файлы хорошо открываются одним из просмотрщиков. То же самое можно сказать и о некоторых файлах мультимедиа.

Полезные ссылки

В завершение главы будет рассмотрен далеко не полный список инструментов, восстанавливающих данные из поврежденных файлов. Это лишь направление поиска: и очередные версии известных программ, и совершенно новые утилиты выходят регулярно. Лучший способ найти и подобрать программу, способную решить конкретную проблему, – обратиться к любой поисковой системе Интернета, а потом попытаться что-либо предпринять.

Восстановление документов Microsoft Office:

- Quick Recovery for Microsoft Word, Quick Recovery for Microsoft Excel, Quick Recovery for Microsoft PowerPoint (<http://www.recoveryourdata.com>);
- R-Word Recovery, R-Excel Recovery (<http://www.r-tt.com>);
- Nucleus Kernel Word Document (<http://www.wordfilerecovery.com>, <http://www.nucleustechnologies.com>);
- Excel File Repair (<http://www.excelfilerepair.com>).

Все эти программы довольно похожи по своим возможностям и эффективности работы. Если из-за повреждения структуры файла невозможно восстановить форматирование документа или таблицы, извлекается только текст. Кроме собственно восстановления битых файлов, они способны находить на диске ранее удаленные документы, отыскивая их по сигнатурам.

Восстановление баз почтовых программ:

- DiskInternals Outlook Express Repair (<http://diskinternals.com>);
- SoftAmbulance 4 Outlook Express (<http://softambulance.com>);
- R-Mail for Outlook Express (<http://www.outlook-mail-recovery.com>);
- Nucleus Kernel Outlook Express (<http://www.nucleustechnologies.com>).

Программы предназначены для восстановления случайно удаленных электронных писем, а также для восстановления поврежденных DBX файлов, в которых почтовый клиент Microsoft Outlook Express хранит свою базу данных. Отдельные электронные письма восстанавливаются в виде файлов с расширением EML, которые могут быть легко импортированы в Microsoft Outlook Express.

• Zmeil (<http://www.z-a-recovery.com>). Программа может извлекать сообщения из почтовых баз большинства распространенных email-клиентов, включая Outlook Express, TheBat! Eudora, Thunderbird. Восстановленные сообщения сохраняются в файлы EML или в формате UNIX mailbox. Потом их можно импортировать в любой почтовый клиент.

Восстановление баз данных:

- Quick Recovery for Database (<http://www.recoveryourdata.com>). Эта и следующая программы работают с поврежденными файлами Microsoft Access 95-2003, а также со всеми версиями файлов DBF (dBASE, FoxBase, FoxPro, Visual FoxPro). Возможно восстановление случайно удаленных записей внутри файла базы данных;

- DBF Doctor (<http://www.repair-database.com>);

- Windbfview (<http://www.gendalf.ru>). Одна из программ, рекомендованных для ручного восстановления баз программ семейства 1С. Автоматическое восстановление поврежденного заголовка DBF файла, выбор кодировки для просмотра. Просмотр и редактирование полей типа строка, число, дата и логических полей. Сохранение всех или только отображаемых данных в другой файл в формате DBF или в текстовом формате.

Восстановление архивов:

- Advanced Zip Repair, Advanced TAR Repair, Advanced CAB Repair, Advanced RAR Repair (<http://www.repairfile.com>, <http://www.datanumen.com>). Назначение утилит ясно из их названий. Эта же компания выпускает полный спектр программ восстановления файлов, а также тематические пакеты, например Advanced Archive Repair;

- ZipCentral (<http://zipcentral.iscool.net>). Довольно старая, но очень удобная программа – менеджер архивов. Среди ее функций есть восстановление архивов ZIP.

Восстановление графических файлов:

- Zero Assumption Recovery (<http://www.z-a-recovery.com>). Программа восстанавливает случайно удаленные, а также поврежденные файлы многих графических форматов. Работает как с файлами, сохраненными на жесткий диск, так и непосредственно с различными цифровыми носителями;

- Photo Nose Image Recovery Software (<http://www.acutetools.com/phonose>). Типичная программа подобного рода: она и извлекает удаленные файлы с различных носителей, и автоматически восстанавливает поврежденные файлы изображений.

Восстановление файлов мультимедиа:

- iPod Recovery Utility (<http://www.datadoctor.co.in>);

- Recover iPod Songs (<http://www.datadoctor.co.in>).

Две программы одного и того же разработчика, которые восстанавливают как случайно удаленные данные на плеерах iPod, так и файлы распространенных форматов: 3GP, AAC, MPG, MPEG, MP3, M4A, M4B, M4P, M4V, MP4, WAV, AIF, JPEG, GIF. Очевидно, задача восстановления подобных файлов не так велика – обычно их проще найти в Интернете и заново скачать, чем восстанавливать.

Резюме

Перед тем как восстанавливать битые файлы, посмотрите внимательно, нет ли где-то их резервных копий. Это действие поможет сэкономить немало времени и сил. Очевидно, восстанавливать нужно лишь уникальные документы, так как найти первоисточник, из которого были скопированы файлы, почти всегда легче и даже быстрее. Почту всегда можно попросить отправить повторно.

Если поврежденные документы или другие файлы действительно уникальны, сразу сделайте несколько копий. Каждая копия нужна для новой попытки – проверять один и тот же файл последовательно несколькими программами не стоит.

Восстановление данных средствами той же программы, которой создан файл, – самый простой и быстрый выход из ситуации. В отношении архивов RAR это, пожалуй, и самый эффективный способ.

Если восстановление обычными средствами невозможно, придется прибегнуть к специальным программам. Основной принцип здесь – пробовать разные программы,

работающие с данным типом файлов, до достижения результата. Универсальных алгоритмов восстановления не существует, поэтому залог успеха состоит в разнообразии подходов.

Ручное редактирование файла – почти безотказный, но крайне трудоемкий способ. Видимо, рекомендовать его можно лишь тем пользователям, которые обладают математическим и аналитическим складом ума, и только в том случае, если восстанавливаемые данные действительно крайне важны.

Глава 2

Восстановление данных с жестких дисков

- Устройство жестких дисков
- Форматирование жестких дисков
- Причины потери данных
- Диагностика и тактика
- Восстановление данных при аппаратных неисправностях
- Восстановление данных при логических ошибках диска
- Резюме

Жесткий диск – основной носитель информации в современном компьютере. По этой причине восстанавливать утерянную информацию чаще всего приходится именно с жестких дисков. Методы восстановления данных, которые будут рассмотрены на примере этих носителей, применимы и к остальным устройствам хранения информации.

Устройство жестких дисков

Жесткий диск – один из наиболее сложно устроенных компонентов компьютера, хотя принцип его работы достаточно прост: на вращающихся пластинах, покрытых магнитным слоем, записываются концентрические дорожки. Сложности возникают, когда принцип работы жесткого диска реализуется в устройстве размером с ладонь, хранящем гигабайты данных и способном непрерывно работать годами.

Гермоблок

Гермоблок – основная составляющая современного винчестера. Это массивное и жесткое литое основание, на котором смонтированы шпиндель с пакетом пластин и блок головок. Основание закрывается герметичной крышкой. Обычно в книгах подробно рассказывают об устройстве двигателей и приводов, типах и конструкциях головок и т. д. Однако как только пользователь самостоятельно вскрывает гермоблок (рис. 2.1), то винчестер становится непригодным для работы. К такому же результату приводит и работа большинства сервисных центров.



Рис. 2.1. Гермоблок со снятой крышкой

Внутри корпуса накопителя с огромной скоростью вращается пакет пластин из алюминиевого сплава, расположенных друг над другом. Пакет закреплен на шпинделе двигателя. Пластины покрыты слоем магнитного материала толщиной в несколько микрон. Над поверхностью пластин перемещаются головки, причем зазор между поверхностью пластин и головками составляет всего около 0,05 микрон. Это гораздо меньше, чем размеры самых мелких пылевых частиц, летающих в воздухе. Абразивный эффект любых частиц, попавших в зазор, таков, что головка после нескольких десятков столкновений окончательно выходит из строя, а на поверхности пластины при каждом столкновении образуются дефекты магнитного слоя. Разрушение магнитного слоя – это лавинообразный процесс. Дефект покрытия стремительно разрастается, а отлетающие частицы наносят новые выбоины и сколы. В результате вскрытия в домашних условиях гермоблока через несколько десятков минут работы винчестер может стать практически нечитаемым.

Все манипуляции, связанные со вскрытием гермоблока, требуют исключительной чистоты и практически бессмысленны в домашних условиях. Данная книга предназначена в основном для тех, кто хочет попробовать свои силы в восстановлении информации, поэтому здесь речь идет о средствах, реально доступных дома или в обычном сервисном центре. О специальных профессиональных средствах будет сказано кратко в разделе «Тяжелая артиллерия».

Плата электроники

Плату электроники иногда называют платой контроллера. Под гермоблоком современного винчестера закреплена печатная плата, на которой находятся практически все электронные схемы жесткого диска (рис. 2.2). Исключение – миниатюрный предварительный усилитель, установленный прямо на блоке головок внутри гермоблока.



Рис. 2.2. Плата электроники винчестера

На торец платы выведены разъемы интерфейса и питания, а также переключатели-джамперы. На плате расположены минимум четыре компонента.

- Схемы управления приводами шпинделя и позиционирования блока головок.
- Основной микропроцессор винчестера, который обеспечивает всю обработку и передачу данных между внешним интерфейсом и блоком головок. Внутри него обычно выделяют:
 - цифровой сигнальный процессор (digital signal processor – DSP), отвечающий за считывание и запись информации внутри винчестера;
 - схемы интерфейса, поддерживающие обмен данными через внешний интерфейс, – SATA или IDE.
- Микросхема кэш-памяти.
- Микросхема flash-памяти (Flash-ROM, ПЗУ), хранящая микропрограмму (прошивку) винчестера.

Кроме перечисленных компонентов, на плате присутствуют аналоговые радиодетали: конденсаторы, резисторы, полупроводниковые предохранители. Несмотря на то что часто речь идет о ремонте плат электроники, на практике платы обычно заменяются целиком. Конечно, перепаять резистор или предохранитель легко, но из строя они выходят довольно редко. А необходимые микросхемы, которые выходят из строя гораздо чаще, найти нелегко. Поскольку эти чипы выпускаются под определенные модели или серии приводов, найти их удастся в основном только на такой же плате. Кроме того, каждой серии винчестеров обычно присущи свои конкретные дефекты, и сгорают на платах одни и те же детали. Плата от неисправного винчестера вряд ли пригодится. В результате для замены нужна полностью исправная плата.

Плата соединена с гермоблоком одним или двумя разъемами. Нарушение контакта в этих плоских разъемах внешне проявляется как неисправность жесткого диска.

Геометрия и адресация

Внутри диска обычно находится целый пакет пластин, расположенных одна над другой, поэтому дорожки можно представить как цилиндр (Cylinder – C). Поверхность каждой стороны каждой пластины обслуживает отдельная головка (Head – H). Любой диск можно условно разделить на сектора (Sector – S). Таким образом, если представлять, что в одном секторе записан один блок данных, этот блок всегда можно указать сочетанием трех «адресов»: номера цилиндра, номера головки и номера сектора – сокращенно CHS (рис. 2.3). Чтобы прочитать или записать определенный блок данных, достаточно сообщить контроллеру жесткого диска эти три значения – головки перейдут на нужный цилиндр, а когда под ними окажется необходимый сектор, определенная головка прочитает или запишет информацию. Чтобы сообщить BIOS размер жесткого диска и то, как к нему следует обращаться, достаточно привести всего три значения: число цилиндров, головок и секторов на этом диске. Размер каждого сектора всегда неизменен – 512 байтов. Такая адресация называется **адресацией CHS**. Она является наиболее старой, стандартной и универсальной. Ее называют *геометрией* жесткого диска.

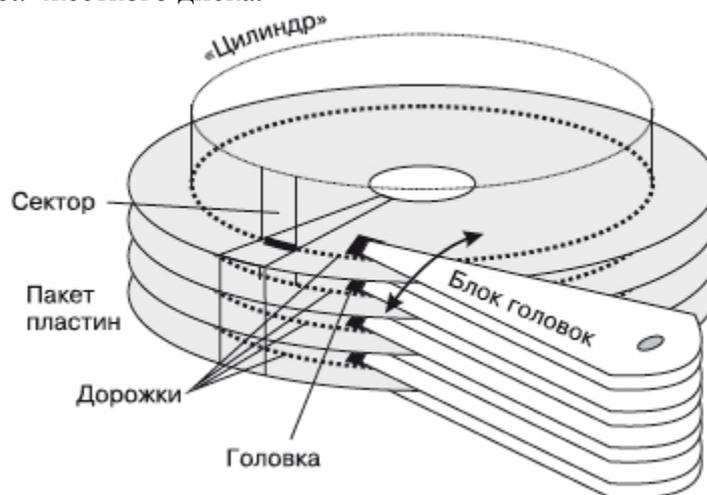


Рис. 2.3. Цилиндры, головки и сектора

В начале использования жестких дисков их емкость ограничивалась десятками мегабайтов, поэтому речь шла действительно о настоящих физических дорожках (цилиндрах), головках и секторах. Со временем плотность записи на каждой пластине возросла во много раз, и контроллеры жестких дисков научилась пересчитывать эти параметры и представлять BIOS совершенно условную конфигурацию диска, где, например, головок в четыре раза больше, а цилиндров в четыре раза меньше, чем имеется в действительности. Производство всех трех величин всегда остается таким, каким оно является в действительности. Причиной, которая заставила отойти от реальной, физической геометрии, стала сама история развития компьютерной техники. То производители винчестеров опережали в своих разработках создателей контроллеров IDE и BIOS материнских плат, то наоборот. Поиски совместимости и компромиссов привели к тому, что сегодня отображаемое число цилиндров, головок и секторов винчестера никак не соответствует настоящему устройству гермоблока. У современных дисков даже число секторов может быть переменной величиной. Дорожки, расположенные ближе к центру диска, разбиты на меньшее, а находящиеся на периферии – на большее количество секторов.

Адресация ECHS (Extended CHS), или Large, – дальнейшее развитие адресации CHS. Иначе ее называют «фиктивной адресацией» – число цилиндров, головок и секторов назначается изготовителем винчестера совершенно произвольно и записывается в CMOS контроллера.

Наряду с трехмерной адресацией CHS была придумана адресация логических блоков LBA – Logical Block Address. С одной стороны, при этом типе адресации данные считываются логическими блоками, состоящими из нескольких секторов. Соответственно, число цилиндров делается меньше, а головок – больше, чем в действительности. С другой стороны,

эта адресация *линейная*: каждому логическому блоку присваивается порядковый номер LBA. За нулевой принимается блок, который начинается с первого сектора нулевой головки нулевого цилиндра. Далее номера блоков определяются по формуле:

$$LBA = (CYL \cdot HDS + HD) \cdot SPT + SEC - 1,$$

где CYL, HD, SEC – номера цилиндра, головки и сектора в пространстве CHS; HDS – количество головок; SPT – количество секторов на дорожке.

Примечание

Блоки, цилиндры и дорожки нумеруются, начиная с нуля, а сектора – с первого номера. Такая нумерация сложилась исторически.

Современные винчестеры, как правило, поддерживают все три типа адресации, а выбор используемого типа остается за BIOS материнской платы. Если в настройках BIOS выбран один из типов адресации, то винчестер за счет внутренней обработки и преобразования данных представляется контроллеру именно таким образом. Если взять три возможные конфигурации одного и того же диска, можно убедиться, что произведение CxHxS остается во всех трех случаях практически неизменным, а умноженное на размер сектора (512 байтов), оно составляет как раз емкость винчестера.

Нужно помнить, что ни число головок, ни количество физических секторов на «блинах» внутри гермоблока от выбора той или иной адресации не меняется. Электроника винчестера (его микропрограмма) «создает» несуществующие головки и соответствующим образом «подставляет» под них сектора и цилиндры. Этот процесс называют *трансляцией адресов*, а таблица трансляции обычно хранится во flash-памяти на плате электроники, но может быть записана и на скрытых служебных дорожках.

Если предложить контроллеру автоматически выбрать тип адресации, то он выберет CHS – универсальную адресацию. Если, как было сказано ранее, позволить BIOS выбирать настройки автоматически (auto), то адресация жестких дисков, как правило, происходит именно в CHS.

Организация дорожек и секторов

В действительности данные на пластинах винчестера организованы довольно сложно. Об истинном расположении данных на пластинах винчестера «знают» только его контроллер и микропрограмма. Пока все работает, через интерфейс винчестер видится как стандартная матрица блоков или секторов. Если же выходят из строя головки, разрушаются некоторые области пластин и т. д. Поэтому прочитать данные можно лишь штатными средствами такого жесткого диска. Сами специалисты фирм-изготовителей признают, что все рассуждения на тему сканирования извлеченных из корпуса пластин, считывания остаточной намагниченности оказываются бесполезными. Даже теория хранения данных на винчестере оставляет место для неопределенности.

Достаточно жестко прописана на поверхности пластин лишь сервоинформация. Это магнитные метки и коды, которые указывают положение дорожек и секторов. Благодаря им головки позиционируются относительно пластин и находят нужные дорожки и сектора. Сервометки записываются на почти готовый винчестер в процессе изготовления на специальном оборудовании, после этого их невозможно ни стереть, ни изменить.

Полный объем каждого сектора составляет 571 байт. Из них 512 байтов предназначены для записи данных (data), а 95 байтов содержат служебные сведения о внутреннем номере сектора, контрольные суммы и т. д. Эта информация записывается при низкоуровневом форматировании диска еще на заводе, и доступ к ней через интерфейс предельно ограничен.

При изготовлении пластин на них заранее допускается наличие небольшого количества дефектных участков, иначе рентабельность производства резко снизится. Разумеется, характер и распространенность допустимых дефектов строго регламентированы. Кроме того,

пластины с размеченными на них дорожками и секторами обладают большей емкостью, чем указано в паспорте диска. Этот запасной объем частично используется для хранения служебной информации, а частично для замещения дефектных и поврежденных секторов. После сборки поверхность дисков еще раз проверяется, и в ПЗУ на плате электроники записывается карта расположения сбойных секторов, или *таблица переназначения*.

Процесс переназначения (remapping) сводится к тому, что, когда операционная система выдает запрос на информацию, находящуюся по адресу сбойного сектора, контроллер диска незаметно переадресовывает запрос к одному из запасных секторов. Контроллер постоянно обновляет карту дефектов, занося в нее каждый новый обнаруженный сбойный сектор. В современных винчестерах таблица переназначения может частично храниться во flash-памяти, а частично записываться на служебные дорожки самого диска. Фактически при обращении к диску контроллер пользуется таблицей, состоящей из двух частей. Первая – трансляция адресов, вторая – оперативные уточнения к ней, переназначение. Все это происходит на аппаратном уровне и никак не связано с форматированием, разделами или файловой системой. Дефектные сектора совершенно не заметны через интерфейс.

Практический вывод из всего сказанного касается случаев ремонта и замены электроники жесткого диска. По общему правилу заменять плату можно лишь на плату от винчестера той же модели и серии (Model, ID и Part No). Все сведения о формате хранятся в гермоблоке, и после замены платы они должны успешно читаться. После замены платы с установленным на ней ПЗУ может быть перестроена или дополнена таблица переназначения секторов.

Форматирование жестких дисков

Про низкоуровневое форматирование говорилось ранее. Для современного винчестера это этап его производства, и сектора на нем размечены окончательно. То, что называют сейчас форматированием низкого уровня, сводится к простой записи нулей во все сектора, то есть к полному стиранию информации в области данных. Поэтому все, что делается с жестким диском после выхода его с завода, относится к форматированию высокого уровня. Оно включает в себя создание таблицы разделов и файловых систем.

Главная загрузочная запись и таблица разделов

В первом секторе на любом жестком диске находятся код простой программы (загрузчика) и последовательность информационных полей (таблица разделов). Вместе программа и поля называются *главной загрузочной записью* (Master Boot Record – MBR).

Главная загрузочная запись создается на новом диске программой FDISK. Управление дисками Windows при создании раздела производит запись в MBR. Все программы наподобие Partition Magic или Acronis Disk Director тоже создают и редактируют главную загрузочную запись.

Просмотреть содержимое секторов винчестера, в том числе первого, на котором находится главная загрузочная запись, можно многими HEX-редакторами. В редакторе Hexplorer есть отдельная команда меню Disk (Диск). При ее вызове появляется окно, где следует указать номер начального сектора и число секторов, которое программа должна прочитать. Существуют и специальные дисковые редакторы, например DiskEdit из пакета Norton Utilities или DiskExplorer for NTFS (<http://www.runtime.org>). Основное отличие дисковых редакторов от обычных бинарных редакторов – наличие широкого набора шаблонов просмотра данных (можно сразу интерпретировать их не только как текст, но и как загрузочный сектор либо один из элементов файловой системы) и защиты от непреднамеренной записи на диск.

MBR занимает ровно 512 байтов – один сектор. Структура этой записи представлена в

табл. 2.1.

Таблица 2.1. Структура MBR

Смещение	Длина, байт	Описание
000h	446	Код программы-загрузчика
1BEh	16	Раздел 1
1CEh	16	Раздел 2
1DEh	16	Раздел 3
1EEh	16	Раздел 4
1FEh	2	Сигнатура (55h AAh)

Четыре 16-байтных блока, каждый из которых описывает один раздел, образуют таблицу разделов – Partition Table. Максимальное количество разделов, которое может быть описано в MBR, – четыре. Каждый блок состоит из 10 полей (табл. 2.2).

Таблица 2.2. Поля таблицы разделов

Смещение	Длина, байт	Описание
00h	1	Флаг активности раздела
01h	1	Начало раздела – головка
02h	1	Начало раздела – сектор (биты 0- 5), дорожка (биты 6, 7)
03h	1	Начало раздела – дорожка (старшие биты 8, 9 хранятся в предыдущем байте)
04h	1	Код типа раздела
05h	1	Конец раздела – головка
06h	1	Конец раздела – сектор (биты 0- 5), дорожка (биты 6, 7)
07h	1	Конец раздела – дорожка (старшие биты 8, 9 хранятся в предыдущем байте)
08h	4	Смещение первого сектора
0Ch	4	Количество секторов раздела

Флаг активности указывает на то, что раздел активен. Из всех разделов на диске активным может быть лишь один. Код типа раздела – однобайтовый идентификатор. Если его значение 00h, то считается, что этого раздела не существует и его содержимое игнорируется. Любое ненулевое значение означает, что в указанном пространстве находится раздел определенного типа. Так, например, идентификатор 06h указывает на раздел, отформатированный в FAT16, 0Bh или 0Ch – на раздел FAT32, а 07h – на раздел NTFS.

Если на диске нужно создать больше четырех разделов, то следует использовать специальный тип раздела с кодом 05h – расширенный раздел (Extended Partition).

Расширенный раздел отличается от всех остальных типов. Он описывает не сам раздел, а область пространства накопителя, в которой описаны разделы. В том секторе, который прописан в MBR как сектор начала расширенного раздела, фактически содержится еще одна загрузочная запись – Extended Boot Record (EBR) (табл. 2.3). Кода загрузчика в ней нет, есть только таблица разделов и сигнатура.

Таблица 2.3. Структура EBR

Смещение	Длина	Описание
1BEh	16	Указатель на раздел
1CEh	16	Указатель на следующий расширенный раздел
1FEh	2	Сигнатура (55h AAh)

Указатель на раздел описывает обычный раздел (Partition), как показано в табл. 2.2. Если обычный раздел занимает не все пространство, то в таблице разделов появляется

второй элемент, который вновь описывает оставшееся пространство как Extended Partition, то есть указатель на следующий EBR. В секторе, на который ссылается эта запись, точно так же описывается один раздел, и, если осталось место, делается очередная запись об Extended Partition. Так продолжается до тех пор, пока пространство не будет разделено. Фактически все записи о расширенных разделах являются цепью (Extended Partition Chain), в которой от дискового пространства отрезаются кусочки, пока место не закончится. Ошибка в любом элементе этой цепи приведет к ее обрыву. Все разделы, записи о которых лежат после разрыва цепи, операционная система найти не сможет, а занимаемое этими расширенными разделами пространство она будет считать незанятым.

Файловые системы

Таблица разделов указывает на первые сектора каждого раздела. Для размещения файлов в разделе его следует отформатировать, то есть создать внутри раздела *файловую систему*. Основная запись файловой системы обычно начинается в первом секторе раздела. Структура записей файловой системы зависит от ее типа. Чаще всего встречаются файловые системы NTFS и FAT.

Файловая система NTFS сейчас используется на дисках 90 % домашних и офисных компьютеров. В основе ее лежит *главная файловая таблица* (Master File Table – MFT). Это база данных, или таблица, строки которой соответствуют *файлам тома*, а столбцы – *атрибутам файлов*. Файловая система NTFS образована девятью системными файлами, которые скрыты от просмотра обычными средствами. Эти файлы содержат таблицы занимаемых файлами кластеров и атрибутов файлов, список шагов транзакций (проведенных операций с файлами), корневой каталог и т. д. В секторе начальной загрузки указано положение сегментов данных MFT и зеркального файла MFT. В середине диска расположен дубликат сектора начальной загрузки.

Главная файловая таблица MFT – специальный и довольно большой файл. Первые 16 строк таблицы содержат служебную информацию о самой таблице.

- В начале файла MFT находится первая (основная) таблица файлов.
- За основной таблицей файлов следует зеркальная запись (Mirror record), идентичная первой записи MFT. Если первая таблица MFT разрушена, то данные о размещении файлов берутся из зеркального файла MFT.
- Третья запись MFT ссылается на файл регистрации (log file).

Начиная с семнадцатой, записи главной файловой таблицы используются собственно файлами и папками, которые также рассматриваются как файлы NTFS. Благодаря дублированию записей MFT, а также наличию файла транзакций, файловая система NTFS считается отказоустойчивой. Восстановление данных облегчается теми же механизмами.

Файловая система FAT еще недавно была основной на разделах жестких дисков. Сегодня в этой системе формируются, как правило, flash-диски и карты памяти. Файловая система FAT (точнее, системы FAT12, FAT16 и FAT32) образована четырьмя структурами.

- Блок начальной загрузки (boot record), который находится в первом секторе раздела.
- Таблица размещения файлов (file allocation table – FAT).
- Резервная таблица размещения файлов (backup FAT), которая используется при обнаружении повреждений в основной FAT.
- Корневой каталог (root directory).

Структуры файловых систем создаются средствами операционной системы – утилитой форматирования разделов либо служебными программами. На диске эти структуры и записи, как и таблицу разделов, можно просматривать и изменять редакторами двоичных данных.

Причины потери данных

В электрике могут возникнуть всего две неисправности: потеря контакта там, где он должен быть, или появление контакта там, где его быть не должно. На диске истинных причин потери данных тоже всего две: случайное изменение содержимого ячейки и повреждение этой ячейки. Случаев изменения содержимого очень много. Они будут рассмотрены в порядке «от поверхности диска до операционной системы».

Неисправности платы электроники ведут к недоступности диска. При этом все данные могут быть в сохранности либо поврежденной может быть лишь часть информации. После замены или ремонта платы диск может использоваться снова.

Поломки механики внутри гермоблока: отрывы и сколы головок, разрушение подшипников и двигателей очень часто сопровождаются и повреждением пластин. В таком случае винчестер чаще всего не запускается и не определяется BIOS компьютера. Бывает, что блок головок «застревает» в парковочной зоне (рис. 2.4). Возможна ситуация, когда жесткий диск стартует, но из-за повреждения одной головки недоступна группа секторов. Восстановление начинается с ремонта диска в «чистой комнате», а результат зависит от степени повреждения поверхности пластин.

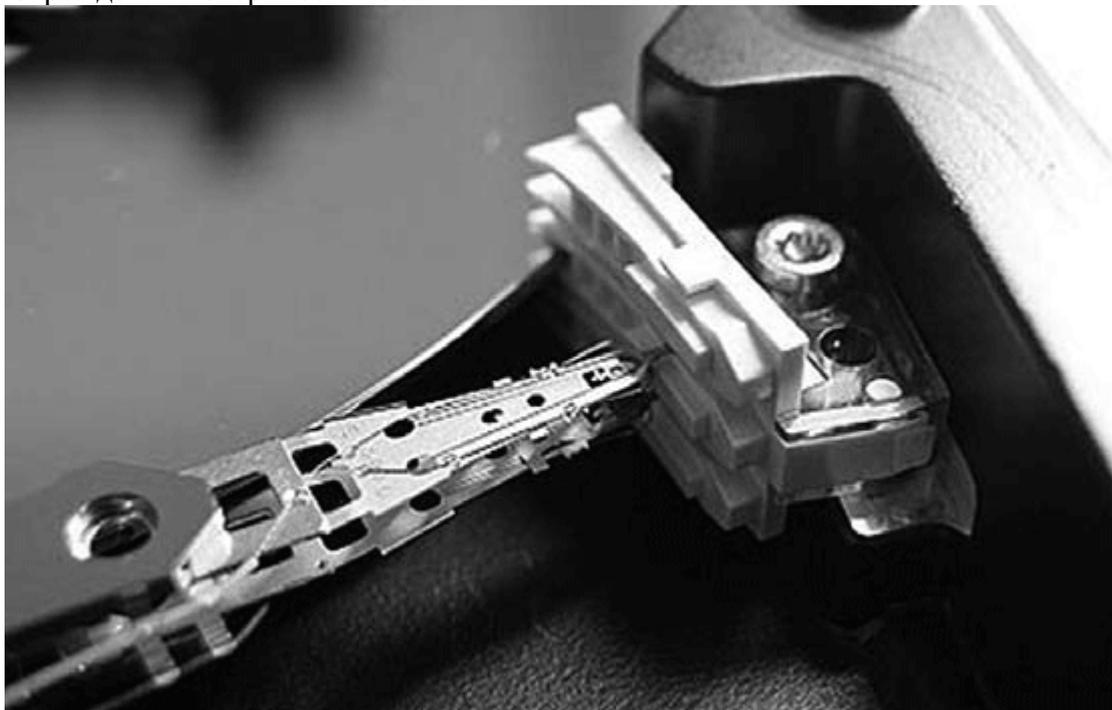


Рис. 2.4. Блок головок в парковочной зоне

Повреждение пластин в общем виде проявляется как возникновение на диске BAD-блоков, то есть недоступных участков. Появление этой проблемы говорит о том, что возможности скрытого переназначения секторов уже исчерпаны. Если на поврежденный сектор приходится информация о структуре, то исчезает соответствующий уровень логической структуры диска, если файл – файл становится нечитаемым.

Случайное искажение содержимого сектора – довольно редкая ситуация. В цифровом мире случайностей почти не бывает. Это или проявление начинающегося «железного» дефекта, или результат работы вредоносной программы и в очень редких ситуациях – действительно случайная запись в момент перепадов напряжения или из-за пролетевшей космической частицы. Последнее – не шутка: воздействие космического излучения на оперативную память и жесткие диски давно изучено и статистически обосновано. Проявление дефектов или искажений содержимого секторов зависит от того, что в этих секторах записано.

Повреждение содержимого главной загрузочной записи (MBR) ведет к тому, что разделы либо не могут быть найдены операционной системой, либо их параметры определяются неверно. Самый легкий случай – повреждение сигнатуры. Операционная

система решает, что на месте MBR находится случайная информация, а сам диск вообще не разбит на разделы и никакой полезной информации не несет. Для восстановления структуры диска достаточно всего лишь исправить сигнатуру любым дисковым или HEX-редактором.

При искажении или разрушении кода загрузчика попытка загрузки операционной системы с такого диска заканчивается, как правило, «зависанием» компьютера. При этом, если содержимое таблицы разделов не повреждено, вся логическая структура диска сохраняется и потери данных не происходит. Достаточно загрузить компьютер с другого диска, и вся информация на накопителе становится доступной. Для исправления кода загрузчика проще всего загрузить компьютер со стандартной загрузочной дискеты MS-DOS, а затем запустить находящуюся на ней утилиту fdisk с ключом /mbr: fdisk/mbr.

Более тяжелый случай повреждения содержимого MBR – разрушение самого содержимого таблицы разделов. При этом теряется доступ к хранящейся в разделах информации. Таблица может быть повреждена полностью или частично. Бывают случаи, когда таблица разделов MBR цела, а разрушена запись о разделах в одном из звеньев цепи Extended Partition. Методика восстановления во всех случаях одинакова: ручное исправление таблиц разделов. Альтернатива – извлечение файлов с диска с помощью программ восстановления.

Повреждение файловой системы очень похоже на повреждение содержимого MBR. Различие состоит лишь в том, что раздел на диске виден, но операционная система сообщает, что он не отформатирован. Соответственно, недоступно и все содержимое раздела. В файловых системах NTFS и FAT возможно восстановление основных записей за счет дубликатов, это делается благодаря встроенным в операционную систему средствам проверки и исправления дисков. Тем не менее исправление ошибок файловой системы часто не решает проблему – часть файлов начинает рассматриваться как потерянные цепочки. Для восстановления данных правильнее пользоваться специальными программами восстановления.

Корректное удаление файлов и папок средствами операционной системы – самая простая ситуация. Именно с ней чаще всего сталкиваются пользователи, и она же очень их пугает. В операционной системе Windows прежде всего надо искать файл в Корзине. При удалении файла или папки в таблице файловой системы сначала лишь меняется одно из полей: в FAT первый байт имени файла изменяется на 0xE5, а в MFT атрибут по смещению 14h изменяется с 1 на 0. Кроме того, в NTFS изменяется запись о свободном месте на диске в файле BitMap. Существует множество программ, специально предназначенных для восстановления удаленных объектов.

Диагностика и тактика

Цель диагностики – выяснить, почему не читается информация с диска и что именно пропало. Это одновременно и ответ на вопрос, что делать дальше. И диагностикой, и восстановлением данных с проблемного винчестера нельзя заниматься, загрузив компьютер с него же. Оперативная система Windows в процессе загрузки и работы неизбежно начнет записывать на загрузочный и системный диск данные: временные файлы, фрагменты файла подкачки, реестра, журнала и т. д. Для «затирания» того, что необходимо восстановить, может быть достаточно совсем небольших изменений на диске.

Есть два выхода. Если у пользователя имеется второй компьютер, необходимо подключить к нему проблемный винчестер. Оптимальный вариант – подключение на отдельный шлейф. Если второго компьютера нет, нужно найти любой рабочий винчестер, подключить к компьютеру и установить на него операционную систему. Вторым следует подключить восстанавливаемый диск.

Примечание

В качестве операционной системы целесообразно выбрать операционную

систему Windows XP – во-первых, так экономится место на диске, во-вторых, с этой системой хорошо работают все утилиты восстановления. Операционная система Windows 98 не поддерживает разделы NTFS, а в Windows Vista пока не гарантируется нормальная работа всех программ, особенно их устаревших версий.

Ситуации со случайным удалением или форматированием стоят особняком. Диагностировать тут нечего: можно сразу запускать программу восстановления случайно удаленных данных.

1. В ситуациях, не связанных со случайным удалением или форматированием, восстановление данных нужно начинать с осмотра винчестера. Видимые неисправности и повреждения на плате – повод заняться ее заменой.

2. Далее следует подключение разъема питания и попытка запуска диска. Если он не запускается, значит, возникла аппаратная неисправность. Ее дальнейшая диагностика является одновременно и ремонтом.

3. Если аппаратная проблема не выявлена или уже устранена, подключите винчестер к шлейфу SATA или IDE. Разумеется, делать это надо при выключенном питании. После этого оцените, как диск определяется в BIOS компьютера. Загрузите операционную систему и постарайтесь скопировать нужные данные. Если удалось сделать это с первого раза – отлично.

4. Если копирование нужных данных не удалось, целесообразно запустить диагностическую программу (MHDD или Victoria), *осторожно и быстро* оценить состояние секторов, проверить наличие разделов на диске. При обнаружении большого количества поврежденных или нечитаемых блоков есть два альтернативных пути:

– той же программой сохранить посекторный образ диска или раздела в файл на другом физическом диске;

– сразу запустить специальную программу (например, R-Studio), сделать ей копию диска или раздела.

5. Отключите проблемный диск. Попробуйте извлечь информацию из полученного образа программой типа R-Studio.

6. Если нечитаемых секторов на диске нет или их мало, можно извлечь информацию программой R-Studio или подобной непосредственно с диска.

Такова общая тактика.

Восстановление данных при аппаратных неисправностях

Отколотые элементы, «поджаренные» микросхемы и вздутые конденсаторы на плате электроники обычно заметны сразу. Точно так же видны гнутые ножки разъемов IDE (рис. 2.5) или колодки питания. Можно попробовать выпрямить контакты пинцетом и тонкой отверткой, но поврежденную плату контроллера, скорее всего, придется заменить.

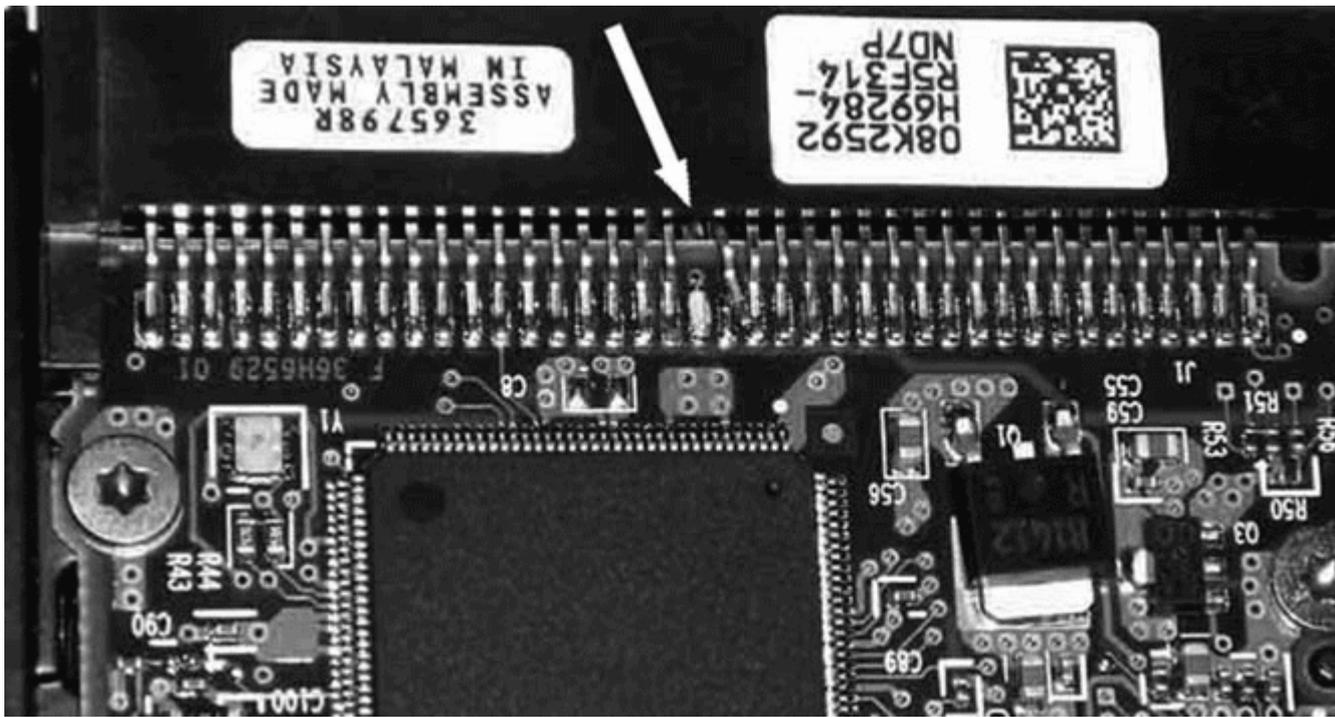


Рис. 2.5. Вдавленный контакт в разъеме IDE

Подключите винчестер к компьютеру (только разъем питания). Включите питание компьютера и прислушайтесь. В норме диск должен сначала раскрутиться, потом выполнить рекалибровку (сопровождается несколькими короткими щелчками и жужжанием) и через 1–2 секунды выйти на штатный режим работы. Если винчестер даже не раскручивается, причин может быть несколько:

- повреждена плата электроники;
- поврежден коммутатор блока магнитных головок;
- заклинил вал шпинделя;
- «залипли» головки.

Выяснить, почему не работает диск, довольно сложно, и самый простой способ диагностики обычно заключается в замене платы электроники. Это одновременно и диагностика, и ремонт. Если причина неисправности действительно в плате, то после ее замены винчестер нормально инициализируется. Если же проблема остается, значит, она, скорее всего, локализована внутри гермоблока.

Если накопитель раскручивается, но начинает стучать, это обычно указывает на неисправности внутри гермоблока, и самостоятельно сделать что-либо вряд ли удастся. В редких случаях возможна неисправность платы электроники – прежде чем отправлять винчестер туда, где есть условия для вскрытия гермоблока, можно попробовать заменить плату.

Замена платы электроники

Плата электроники должна быть совместима с накопителем, то есть совпадать по модели, серии и, как правило, по версии прошивки. На некоторых винчестерах в микросхеме ПЗУ хранятся так называемые *адаптивные настройки*, записываемые в процессе изготовления и тестирования винчестера и относящиеся к конкретному экземпляру гермоблока. Тем не менее иногда взамен сгоревшего контроллера удается поставить плату от близкой модели винчестера даже другой емкости. Но для некоторых моделей различных производителей замена платы проблематична даже с винчестера из той же партии – может потребоваться перепайка микросхемы ПЗУ от «родного» диска.

Для подбора платы на накопителях **Seagate** необходимо совпадение версии прошивки

(Firmware), указанной на этикетке гермоблока. Объем кэш-памяти на заменяемой плате должен быть не меньше, чем на оригинальной. Разные версии ПЗУ при одинаковой версии прошивки, указанной на крышке гермоблока, характерны для дисков, начиная с модели Barracuda ATA 5. Проблему можно решить перепайкой микросхемы ПЗУ с дефектной платы на рабочую. У некоторых накопителей, начиная с Barracuda 7200.7, ПЗУ встроено в микросхему процессора.

С накопителями Seagate U-серии и Seagate Barracuda ATA 4 дело обстоит проще. Для них достаточно подобрать плату электроники с такой же версией Firmware. В случае несовпадения версии Firmware можно даже перепаять микросхему flash-памяти с одной платы на другую.

У накопителей **IBM-Hitachi** на плате установлена микросхема энергонезависимой памяти NVRAM, в которой хранятся конфигурационные параметры. Для относительно старых дисков фирмы IBM можно просто подобрать плату с такой же версией микропрограммы, однако это достаточно сложно и обычно проще перепаять микросхему. Желательно перепаять и микросхему ПЗУ. В новых дисках в NVRAM записаны адаптивные настройки, поэтому микросхему обязательно придется перепаявать.

Существуют проблемы с винчестерами IBM серии DTLA емкостью 40–80 Гбайт, широко распространенными в начале XX века и используемыми также в наши дни. При ухудшении контакта в разъеме между платой и гермоблоком эти винчестеры не инициализируются и непрерывно громко стучат головками, за что получили меткое название «дятлы». Стоит снять плату, протереть контакты спиртом и собрать все обратно, и проблема исчезает.

У накопителей **Maxtor** на плате управления часто сгорает контроллер двигателя. Для успешной замены платы достаточно, чтобы совпадали надписи на наклейках на разъемах IDE.

Винчестеры **Western Digital** отличаются большим количеством разных версий плат. Версия платы указывается на наклейке на разъеме IDE. Кроме этого, нужно, чтобы совпадали версии ПЗУ и даже значения некоторых параметров, занесенных в ПЗУ. Лучше всего при замене платы просто перепаять ПЗУ со старой платы на новую. Если такой возможности нет, то стоит как минимум взять плату от такой же модели диска. О модели диска можно судить по надписи MDL («Модель») на крышке гермоблока: на обоих дисках они должны совпадать полностью.

Примечание

Если произошел сбой в работе винчестера на компьютере в офисе, стоит поискать новую деталь в других офисных компьютерах, так как нередко техника закупается партиями и в любом компьютере может обнаружиться совершенно идентичный винчестер с аналогичной прошивкой и ПЗУ. Нужно просто скопировать с него все данные. Замена платы – операция полностью обратимая, и потом всегда можно вернуть плату на место.

Технически замена платы очень проста. Понадобится лишь подходящая отвертка – «звездочка». При установке платы целесообразно протереть разъемы этиловым или изопропиловым спиртом, а винты затягивать в шахматном порядке. Пайка микросхем тоже не представляет особых сложностей. Лучше всего выполнять эту процедуру с помощью паяльного фена, пользоваться жидким нейтральным флюсом, а окружающие детали прикрывать маской из тонкой алюминиевой пластины.

Программа MHDD

MHDD – небольшая, но мощная бесплатная программа, предназначенная для работы с винчестерами на самом низком уровне (в обход BIOS). Она может диагностировать накопители, выполнять чтение и запись произвольных секторов, управлять системой SMART

и многое другое.

Дистрибутив программы можно найти на сайте разработчика <http://www.ihdd.ru>. Можно скачать MHDD в виде образа компакт-диска (файл mhdd32verx.x.iso) или самораспаковывающегося образа дискеты. На том же сайте находится новая версия документации к программе. По умолчанию программа работает с винчестером, подключенным к вторичному (Secondary) каналу IDE в качестве первого устройства (Master). Она способна работать и с дисками SATA или SCSI. Функций у программы MHDD много. Вот лишь несколько действий.

- Получение сведений о диске.
- Сканирование поверхности диска.
- Сохранение образа диска в файл.

Эти операции объединяет то, что они не связаны с записью данных на проверяемый диск, то есть являются неразрушающими. Делать что-либо еще с диском, с которого пользователь собирается восстанавливать информацию, не стоит. Основная задача – лишь оценить ситуацию, а не проверять диск, что является основным назначением программы MHDD.

1. Запишите программу на компакт-диск, а затем загрузите компьютер с него. На экране появится меню выбора накопителей (рис. 2.6). Выберите диск, который нужно исследовать, и введите его номер по списку. Можно вызвать это меню в любое время нажатием клавиш Shift+F3.

```
[ Drive parameters - PRESS F2 to DETECT ] [ Current position
MHDD PCI Scan module v2.3
PCI BUS ver: 2.16
PCI Last Bus: 2
Created directory : "CFG"
Autodetect disabled. To enable see MHDD.CFG
PORT 1F0h (Primary controller)
1. [ VMware Virtual IDE Hard Drive 00000001 00000...16,777,216 ]
PORT 170h (Secondary controller)
3. [ VMware Virtual IDE Hard Drive 00000001 10000...2,097,152 ]
PORT 100h (PC-3000 board)
5. [
-----
WARNING: SLAVE DEVICES NOT SUPPORTED
Enter HDD number [3]:
i MHDD 4.6 (c) Dmitry Postrigan i FREeware i 13
```

Рис. 2.6. Выбор диска

2. Указав диск (например, 3), нажмите клавишу Enter. Программа готова работать с этим винчестером. В верхней части экрана расположены *регистры*, или *флаги*. Любое IDE или SATA устройство должно выдать сообщение «DRIVE READY» и «DRIVE SEEK COMPLETE», то есть должны быть подсвечены флаги DRDY и DRSC. Флаг BUSY сигнализирует, что накопитель выполняет какую-либо операцию, например чтение или запись.

Получить справку о командах можно в любой момент, нажав клавишу F1. Тем не менее многие предпочитают заранее распечатать список команд и положить этот листок рядом с компьютером – так удобнее.

Все команды вводятся с клавиатуры, регистр роли не играет. Ввод любой команды завершается нажатием клавиши Enter. Для отмены или прерывания выполнения команды

служит клавиша Esc.

3. Для получения информации о диске введите команду ID. Другая команда, EID, выводит более подробные сведения (рис. 2.7).

```
50 ERR INDX CORR DREQ DRSC WRFT DRDY BUSY AMNF TONF ABRT IDNF UNCR
[VMware Virtual IDE Har] [ 2,097,152] [ ] [
MHDD>id
VMware Virtual IDE Hard Drive LBA:2,097,152 BIOS: 81H
SN:100000000000000000001 FW:00000001 CACHE:32KB Size = 1024MB
MHDD>eid
VMware Virtual IDE Hard Drive LBA:2,097,152 BIOS: 81H
SN:100000000000000000001 FW:00000001 CACHE:32KB
Supports: LBA MS64 DMA (UDMA2,MWDMA2)
Size = 1024MB
MHDD>_
! Help : <F1> and command MAN ! 13
```

Рис. 2.7. Информация о диске

4. Для сканирования поверхности нажмите клавишу F4 или введите команду SCAN и нажмите клавишу Enter. Появится меню, в котором можно изменить некоторые настройки. По умолчанию номер начального сектора равен нулю (стартовый сектор). Номер конечного сектора равен максимально возможному (конец диска). Все функции, которые могут изменить или разрушить данные на диске (Remap, Erase Delays), по умолчанию выключены. Для начала сканирования вновь нажмите клавишу F4.

MHDD сканирует накопители блоками. Для накопителей IDE/SATA один блок равен 255 секторам (130 560 байт). По мере сканирования на экране строится карта блоков (рис. 2.8). Справа от нее приводится «легенда». Чем меньше промежуток времени доступа к блоку, тем лучше. Если при обращении к блоку возникают проблемы, то время увеличивается, если же возникает ошибка, то на карте отображается соответствующий символ.



Рис. 2.8. Сканирование поверхности

Все, что перечислено в легенде ниже вопросительного знака (превышения допустимого времени обращения), является разными вариантами нечитаемых блоков. Расшифровка этих ошибок следующая:

- UNC – Uncorrectable Error, неисправимая ошибка;
- ABRT – Abort, команда отвергнута;
- IDNF – Sector ID Not found, идентификатор сектора не найден;
- AMNF – Adress Mark Not Found, адресная метка не найдена;
- TONF – Track 0 Not Found, невозможно найти нулевую дорожку;
- BBK – Bad Block, «плохой» блок без указания причины.

Главное здесь – понимать, что все это результаты физических дефектов внутри гермоблока. Важно решить, как сохранить данные, а не как ремонтировать винчестер. Осторожность при сканировании заключается в том, чтобы не увлекаться диагностикой. Впрочем, вид карты может подсказать некоторые выводы.

- Регулярно повторяющиеся блоки с увеличенным временем доступа – результат позиционирования головок на очередной цилиндр. Это совершенно нормально.

- Беспорядочно разбросанные блоки с разного рода дефектами – признак общей деградации привода. Пластины, подшипники или головки изношены. Возможно, винчестер был «побит» либо перегрет.

- «Пятно», в середине которого находятся абсолютно нечитаемые блоки, окруженные блоками с увеличенным временем доступа, – признак увеличивающегося дефекта на пластине. Надо срочно извлекать образ.

- Строго и регулярно повторяющиеся одинаковые группы недоступных блоков – признак неисправной головки. При желании можно даже вычислить эту головку исходя из физической геометрии диска. Если на поверхности пластины, обслуживаемой этой головкой, находятся самые важные данные, винчестер нужно ремонтировать в специальных условиях. Возможно, пластина еще не исцарапана окончательно.

Полезная функция – контроль акустического шума (Acoustic Management). Шум, разумеется, не волнует пользователя. Однако уровень шума, издаваемого при перемещении головок, уменьшается путем снижения скорости их перемещения. Для неисправного

винчестера это может оказаться мерой, способной облегчить режим его работы.

1. Введите команду ААМ и нажмите клавишу Enter. Здесь можно увидеть возможные значения параметра, поддерживаемые этим винчестером.

2. Введите значение, соответствующее самой тихой (silent) работе, и нажмите клавишу Enter. Это немного поможет винчестеру, особенно блоку головок, на время дальнейших манипуляций.

На этих действиях диагностика заканчивается и начинается восстановление данных. Программа MHDD способна копировать отдельные сектора или целый диск в файл или в набор файлов. Дефектные нечитаемые сектора программа пропускает.

Команда TOF копирует указанный диапазон секторов (по умолчанию от нулевого до последнего сектора этого диска) в один файл. Размер файла образа не может превышать 2 Гбайт. Если пользователь решил создать образ диска размером более 2 Гбайт, то лучше использовать команду ATOF, так как она умеет автоматически делить образы на отдельные файлы.

1. Введите команду TOF и нажмите клавишу Enter. Появится приглашение Fast Disk Image Creator (рис. 2.9).

2. Введите номер начального сектора и нажмите клавишу Enter.

3. Введите номер последнего сектора и нажмите клавишу Enter.

```
50 ERR INDX CORR DREQ DRSC WRFT DRDY BUSY AMNF TONF ABRT IDNF UNCR
[VMware Virtual IDE Har] [ 2,097,152] [ 1]
MHDD>tof

Fast Disk Image Creator v4.0 (LBA28/48/ASPI)

Device identify...
VMware Virtual IDE Hard Drive LBA:2,097,152 BIOS: 81H
SN:100000000000000000001 FW:00000001 CACHE:32KB Size = 1024MB

WARNING: Max output file size is limited by 2GB.
To create bigger images, please use command ATOF

Destination filename: C:\001.img
Start LBA: 0
End LBA: 2,097,151

Press <ENTER> when ready or any other key to break..._
Start: 16:38:11

Sector: 3570: 1,827,840 bytes completed
00018F82 :

TOF: Read sectors to file | 16:
```

Рис. 2.9. Создание образа командой TOF

4. Введите путь и имя файла образа, который надо создать. Имя произвольное, а файл нужно создавать на другом физическом диске.

5. Для начала копирования нажмите клавишу Enter.

По завершении копирования можно отключить проблемный диск и заниматься уже не им, а файлом – его посекторной копией. Это защитит диск от дальнейших повреждений: если винчестер начал давать сбои, каждая лишняя минута работы способна добавить новые bad-блоки на пластины или окончательно испортить поврежденную головку. Свое общение с проблемным диском пользователю нужно начинать именно с копирования, а диагностику отложить.

Какой программой делать копию – вопрос открытый. Окончательного ответа на него нет. Программа MHDD и очень похожая на нее программа Victoria создают меньше проблем

при чтении винчестеров с многочисленными физическими дефектами. Такими проблемами могут быть зависание самой программы либо всего компьютера при попытках чтения некоторых сбойных секторов. С другой стороны, программа R-Studio несколько удобнее, тем более что извлекать данные из образа все равно нужно с помощью этой программы. Вывод: можно пробовать использование нескольких программ.

Программа Victoria

Программа Victoria является альтернативой более старой и известной утилите MHDD и похожа на нее по интерфейсу и возможностям (рис. 2.10). На официальном сайте <http://hdd-911.com> можно найти дистрибутив и документацию. Отличительная черта программы Victoria – русскоязычный интерфейс. Помимо бесплатной, существует и платная версия с дополнительными функциями: например, режимом «длинного чтения», который иногда помогает извлечь информацию из поврежденных секторов винчестеров IBM.



Рис. 2.10. Окно программы Victoria

Обычно программа запускается со специально созданного загрузочного диска. Автор программы предусмотрел ее запуск и из среды Windows. При этом нужны дополнительные настройки операционной системы Windows.

1. Отключите в Диспетчере устройств тот канал IDE, к которому подключен тестируемый винчестер. Это нужно для того, чтобы программа могла обращаться к портам HDD напрямую.

2. Установите драйвер UserPort. Его дистрибутив можно скачать по адресу <http://hdd-911.com/downloads/UserPort.zip>. Подробные инструкции по установке и настройке приведены на сайте.

Создана также программа Victoria для Windows – это приложение с привычным графическим оконным интерфейсом (рис. 2.11). Пока проект находится на стадии бета-тестирования, но уже сейчас получил положительные отзывы.



Рис. 2.11. Окно программы Victoria для Windows

Как и DOS-версия, эта программа предназначена в основном для тестирования и программного ремонта дисков. Ее интересной особенностью является редактор двоичных данных с возможностью просмотра таблиц разделов (вкладка Advanced). Вместе с тем в бесплатной версии отключена функция сохранения посекторного образа диска в файл.

Тяжелая артиллерия

Тематика этого подраздела – инструментарий специалистов, которые регулярно восстанавливают данные с различных носителей. Если рассмотренные ранее программные средства можно сравнить с пистолетом, а паяльный фен – с ручным пулеметом, то оснащение для ремонта гермоблоков или аппаратно-программный комплекс скорее похожи на артиллерийское вооружение или танк. Эти средства позволяют решить почти любую

проблему с винчестером, вплоть до рассыпавшейся головки или заклинившего сервопривода, но окупятся они лишь при систематическом использовании. Для такого мощного дорогостоящего оборудования нужны и достойные «групповые» цели – например, пять или десять жестких дисков, которые приносят на восстановление каждый день.

Непременное условие для вскрытия и любых манипуляций внутри гермоблока – наличие «чистой комнаты», помещения, в котором устранены любые источники взвешенных частиц (пыли), воздух многократно и непрерывно фильтруется, а работники носят спецодежду, напоминающую скафандр. Площадь комнаты вместе со шлюзами составляет не менее 5 м². Существуют и герметичные боксы с прозрачной крышкой и «рукавами». Бокс стоит около \$1000. Он занимает немного места, однако работать в нем с винчестером довольно неудобно.

Второе важное условие – навыки. Инструмент для ремонта элементов гермоблока нужен примерно такой же, как для ремонта часов и сотовых телефонов и который применяется в стоматологии. Найти такой инструмент – не проблема. Но необходимую для замены блока головок точность движений и твердость руки можно выработать, лишь испортив перед этим немало опытных винчестеров.

- Основная операция – замена блока головок в сборе с предусилителем-коммутатором (Slider Assembly). Подробное описание процедуры можно найти в Интернете по адресу <http://www.ihdd.ru/hdd-headstack-replacement>.

- При заклинивании шпинделя или залипании головок можно, вскрыв гермоблок, осторожно сдвинуть эти элементы. Во многих случаях винчестер затем успешно стартует и может проработать длительное время.

Коллекция винчестеров есть в любом сервисном центре, где профессионально восстанавливают данные или ремонтируют диски. Как правило, поиск и покупка диска-донора, с которого будет взят контроллер или блок головок, возлагается на самого заказчика. И чем больше в распоряжении мастера разных запчастей, тем выше вероятность сразу найти нужную, не говоря уже о сокращении сроков ремонта.

Аппаратно-программные комплексы представляют собой специализированные контроллеры SATA или IDE с набором кабелей и переходников, а также ряд специализированных программ, созданных для работы через этот контроллер. В состав комплекса обычно входит и база данных с сервисными кодами, прошивками и другой информацией для программного ремонта определенных моделей винчестеров.

Главное отличие специализированных контроллеров от обычных состоит в том, что обращение через них к областям диска, способным давать сбои, не вызывает зависаний компьютера. Попытки чтения дефектных секторов могут повторяться многократно, возможно частичное считывание поврежденных областей. Кроме того, специализированные контроллеры позволяют обращаться к скрытой служебной информации на винчестерах. Это более актуально для ремонта и восстановления работоспособности диска, но может оказаться полезно и при извлечении информации.

В России широко известна продукция ростовской компании ACE Lab (<http://www.ancelab.ru>). Компания создала первый программный комплекс еще в 1991 году, а в настоящее время выпускает целую линейку оригинальных комплексов для работы с жесткими дисками.

Комплекс **PC-3000 for Windows** (рис. 2.12) предназначен для диагностики и программного ремонта практически всех существующих винчестеров с интерфейсами IDE и SATA. В состав комплекса входят интерфейсные кабели и специализированные утилиты для работы с обычными винчестерами, а также накопителями для ноутбуков. Цена комплекса – около \$1500.

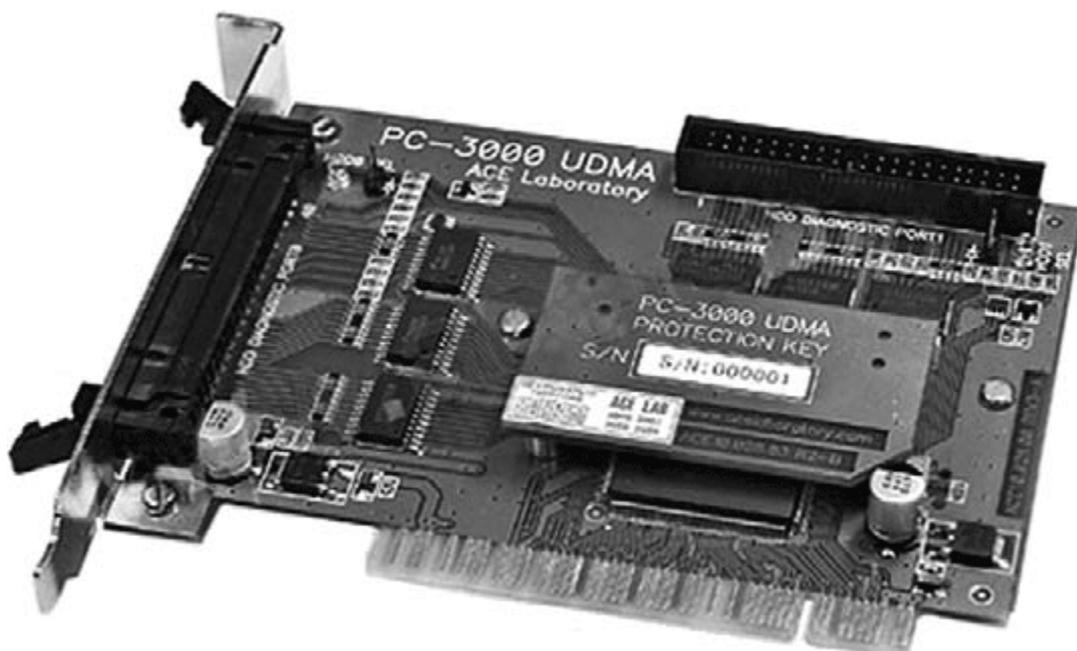


Рис. 2.12. Контроллер ACE Lab PC-3000 UDMA

Программно-аппаратный комплекс для извлечения пользовательской информации **Data Extractor UDMA** работает в паре с комплексом PC-3000 for Windows. Он позволяет извлекать посекторные копии дисков с многократным обращением к дефектным блокам, анализировать и восстанавливать поврежденные записи MBR и MFT. Цена этого комплекта составляет около \$1000.

Очевидно, что оснащение лаборатории для восстановления и ремонта винчестеров обойдется не менее чем в \$3000. При этом типичный для России тариф на извлечение информации с одного носителя составляет около 5000 руб.

Восстановление данных при логических ошибках диска

Под логическими ошибками диска понимается повреждение таблицы разделов и/или файловых систем. Такие неприятности встречаются довольно часто и в «чистом виде», и как прямое следствие аппаратных проблем. Если на диске пропали разделы или файловая система, то можно использовать два принципиальных пути:

- восстановить (исправить, создать заново) поврежденную структуру. Путь логичный, но рискованный! Именно этим занимаются встроенные средства проверки и исправления ошибок диска операционной системы Windows и различные «диск-доктора». Как правило, то, что в файловой системе ошибочно или недоступно, они либо игнорируют, либо выбрасывают. Логическая структура в целом обычно восстанавливается, но за счет уничтожения части данных;

- ничего не исправляя, найти на диске файлы, основываясь на их формате, и скопировать их на другой носитель. Этот неразрушающий способ и является единственно правильным.

Идея неразрушающего восстановления данных совершенно не очевидна для большинства обычных пользователей. Они идут по прямому пути: есть ошибка – надо исправлять! После исправления ошибок данные восстановить гораздо труднее, поэтому существует железное правило: «Если на диске есть важные данные, категорически запрещается запускать программы исправления! Исправлять ошибки файловой системы можно лишь после успешного копирования данных средствами неразрушающего восстановления».

Средства такого восстановления широко известны. Это программы EasyRecovery, R-Studio и многие другие. Явным лидером по эффективности при восстановлении данных с самых распространенных файловых систем (FAT32, NTFS, EXT2, EXT3, UFS) является пакет R-Studio. Эта программа не только проста в использовании, но и выдает отличные результаты (даже исходную структуру папок). Когда файловая система повреждена серьезно, лучше использовать программу EasyRecovery в режиме RawRecovery. В результате такого восстановления образуется набор файлов без имен, рассортированных по типам.

Восстановление вручную

Восстановление файловых систем вручную возможно и даже интересно. Для этого нужен дисковый редактор и четкое представление о структуре записей восстанавливаемой файловой системы. Дисковые редакторы в виде дополнительных функций встроены во многие программы восстановления данных.

После удачного восстановления пользователь получает исходную структуру файлов и папок, что для некоторых актуально. Можно исправить таблицу разделов вручную – ее устройство рассматривалось ранее. Процесс редактирования записей файловой системы – длительное и трудоемкое занятие. Практика показывает, что утилиты делают все гораздо быстрее и аккуратнее.

Программа R-Studio

Одна из лучших программ в своей области предоставляет четыре основных метода для восстановления данных:

- создание файла-образа диска или раздела;
- восстановление удаленных файлов из существующих разделов с сохраненными файловыми системами (Basic File Recovery);
- сканирование физических дисков, поиск на них данных, несмотря на повреждение или удаление разделов и файловых систем (Disk Scan и Advanced Data Recovery);
- восстановление данных из RAID-массивов.

Первые три метода будут рассмотрены в этом разделе, а восстановление данных с RAID-массивов выделено в особый раздел. Следуя логике, восстановление информации всегда следует начинать с копирования содержимого проблемного диска.

После запуска программы в ее главном окне на вкладке Drives (Приводы) перечисляются все обнаруженные в системе физические носители и существующие на них разделы или логические диски (рис. 2.13). Справа от списка дисков и разделов находится вкладка Properties (Свойства), где показываются свойства носителя или раздела, выбранного на вкладке Drives (Приводы).

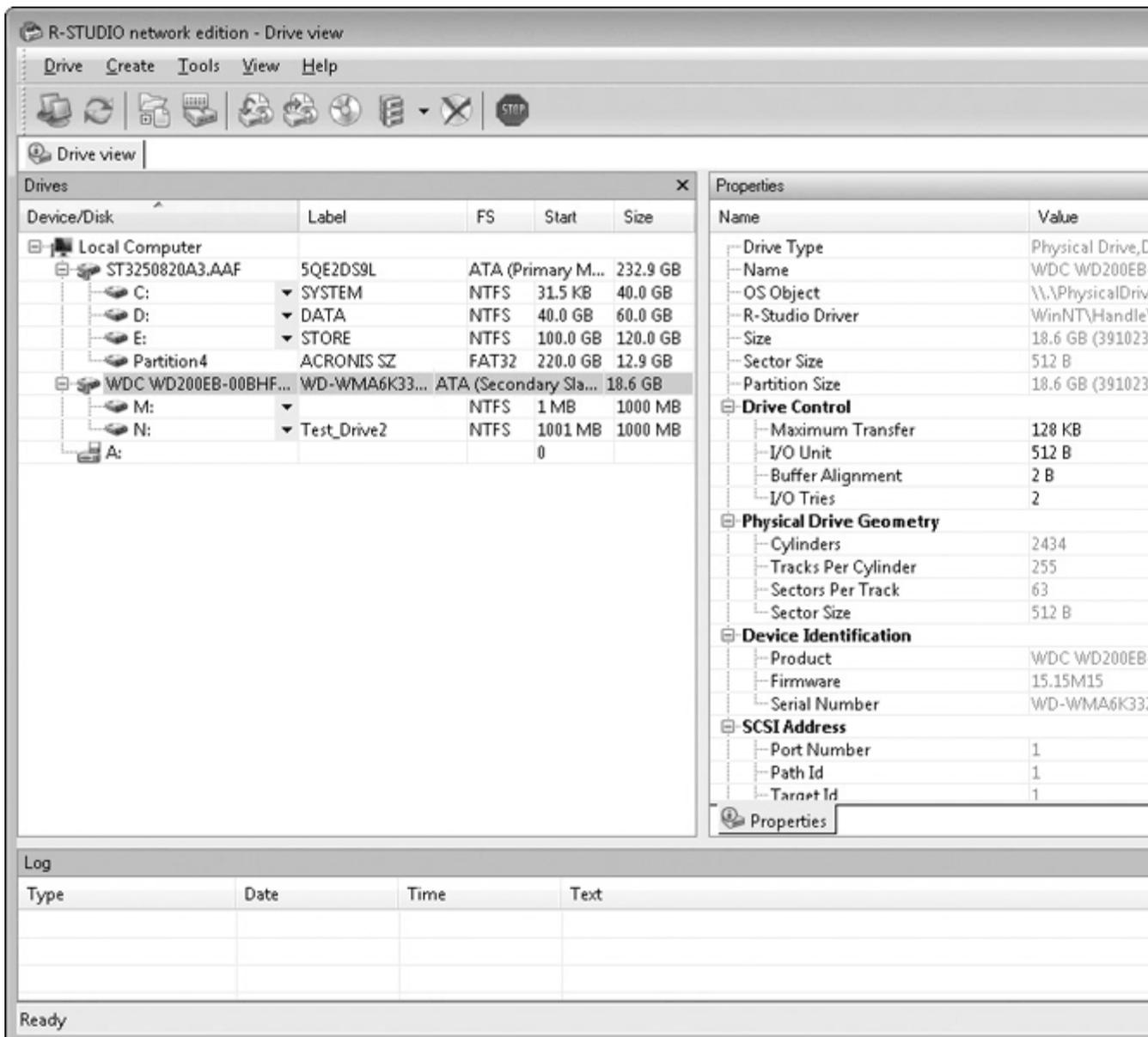


Рис. 2.13. Выбор диска

1. На вкладке Drives (Приводы) выберите физический диск, с которого необходимо снять копию. На вкладке Properties (Свойства) будут показаны его свойства.

В группе Drive Control (Управление диском) настраиваются параметры доступа к диску. При нестабильном чтении диска может понадобиться их неоднократная регулировка до получения удовлетворительных результатов:

- Maximum transfer (Максимальный объем) – максимальный объем данных, передаваемых за одно обращение к диску, в килобайтах. Если возникают проблемы при доступе к диску, можно уменьшить это значение;

- I/O Unit (Единица чтения/записи) – размер единичной порции данных при обмене с диском, в байтах. При проблемах доступа к диску можно уменьшить это значение;

- Buffer Alignment (Выравнивание буфера) – размер порции данных, помещаемых в буфер. При проблемах с доступом можно увеличить это значение;

- I/O Tries (Число попыток чтения/записи) – число попыток обращения к нестабильно читаемым секторам. При наличии физических bad-блоков и зависании программы или компьютера при попытке прочитать эти блоки уменьшите значение параметра до нуля.

2. Нажмите кнопку



Create Image (Создать образ) или вызовите команду меню Drive → Create Image File (Диск → Создать файл образа). Откроется окно Create Image (Создать образ) – рис. 2.14.

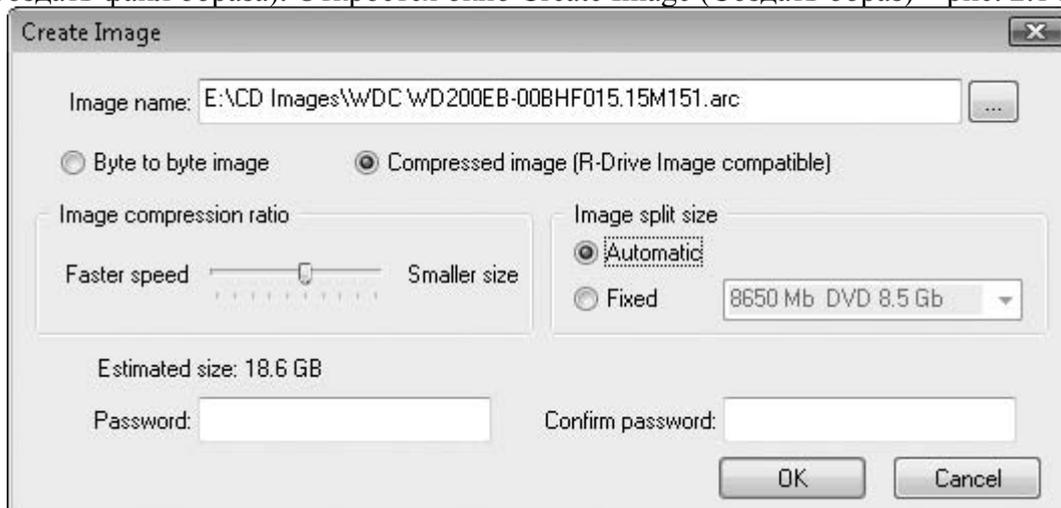


Рис. 2.14. Окно создания образа

3. В поле Image name (Имя образа) укажите путь и имя для сохранения файла.

4. Определите тип сохраняемого файла. Byte to byte image (Бинарный файл) – стандартный бинарный файл, с которым могут работать любые программы подобного рода. Compressed image (Сжатый файл) – сжатый файл образа. Он меньше по размеру, но работать с таким файлом сможет лишь программа R-Studio текущей или последующей версии. Установите переключатель в одно из положений.

5. Переключатель в области Image split size (Размер деления образа) задает деление образа на несколько частей-файлов, например для последующей записи на DVD. Когда переключатель стоит в положении Automatic (Автоматически), программа постарается создать непрерывный файл максимально возможного размера.

6. Установите желаемые параметры (в большинстве случаев подойдут параметры по умолчанию) и нажмите кнопку ОК. Создание образа может занять длительное время.

Как уже было сказано, после создания образа компьютер можно выключить, проблемный диск отсоединить и работать в дальнейшем только с файлом образа. Если диск работает нормально, а потеря данных была вызвана, например, вирусами или неосторожными действиями пользователя, то можно работать и с самим диском. Программа не вносит на него никаких изменений. Открывается файл образа командой меню Drive → Open Image File (Диск → Открыть файл образа). Открытый образ появляется на вкладке Drives (Приводы) в том же списке, что и физические диски. Работа с ним ничем не отличается от работы с реальным диском.

В описываемом выше примере на опытном винчестере есть один раздел (диск M:), в котором дисковым редактором серьезно испорчена файловая система, на втором разделе (диск N:) несколько раз были скопированы и удалены папки, а третий раздел удален вовсе. С точки зрения Проводника Windows на обоих дисках теперь пусто: нет ни папок, ни файлов. Можно попытаться извлечь данные! Нужно начать с того раздела, в котором файлы были удалены корректно, но мимо Корзины (то есть с использованием сочетания клавиш Shift+Delete).

1. На вкладке Drives (Приводы) щелкните правой кнопкой мыши на значок диска N: и в контекстном меню выберите команду Open Drive Files (Открыть файлы диска). Откроется вкладка Folders (Папки), где перечислены в виде дерева найденные на диске вхождения каталогов, а справа от нее – вкладка Contents (Содержимое), где показано содержимое папки, выбранной в дереве каталогов (рис. 2.15).

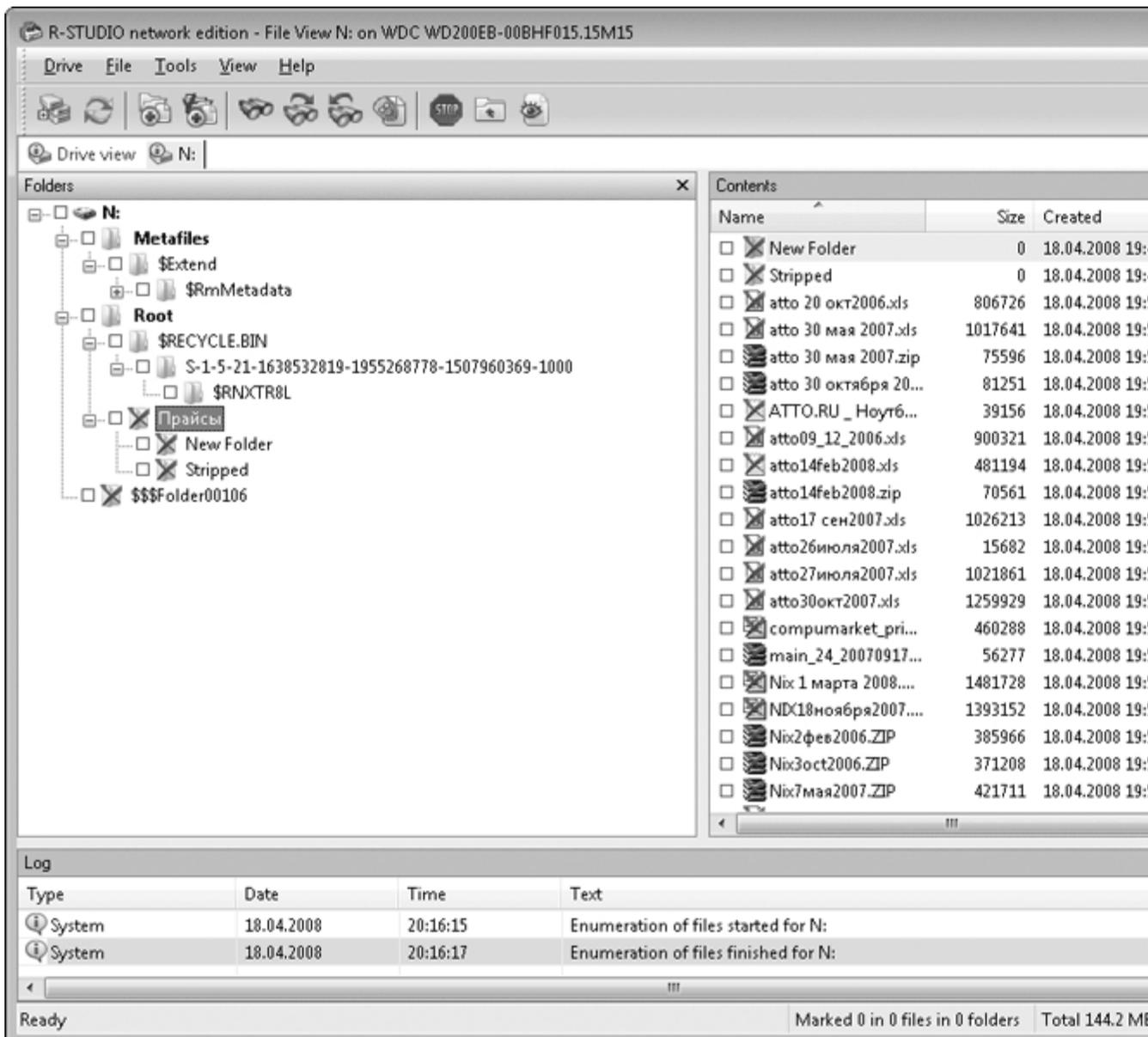


Рис. 2.15. Просмотр найденных папок и файлов

Построение дерева каталогов занимает определенное время, иногда несколько минут. Корневая файловая система находится в каталоге Root. В каталоге Metafiles находятся служебные файлы файловой системы NTFS, а в папках с названиями \$\$\$Folder***** можно найти файлы, которые не удалось связать с корневым каталогом. Красными крестиками помечены папки и файлы, которые были удалены.

2. Просмотрите файлы и папки. Установите флажки напротив тех, которые вы хотите восстановить. Для поиска и выделения желаемой информации удобно пользоваться командами меню Tools → Find (Инструменты → Найти) и Tools → File Mask (Поиск по шаблону).

3. Пометив нужные файлы, вызовите команду меню FileRecover Marked (Файл → Восстановить помеченное) или нажмите кнопку



Recover Marked (Восстановить помеченное). Откроется окно Recover (Восстановить), где задаются параметры восстановления этих файлов и папок (рис. 2.16).

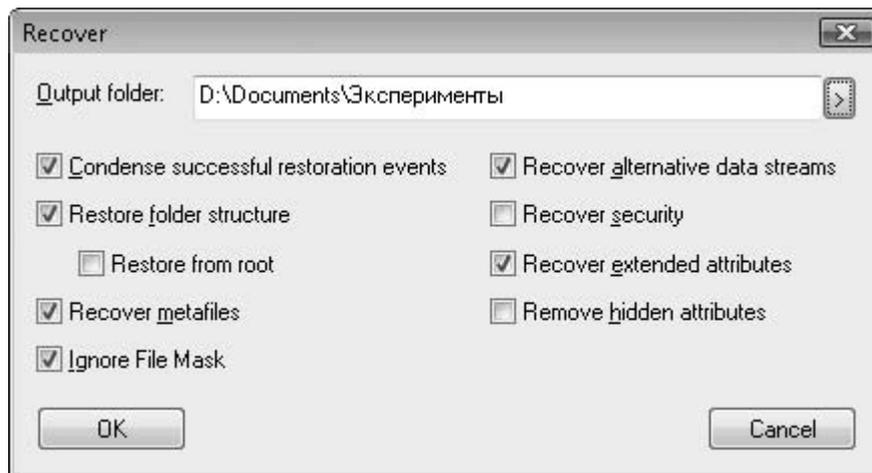


Рис. 2.16. Окно восстановления

4. В поле Output Folder (Папка выхода) укажите, куда надо поместить восстановленные файлы и папки. Флажки рекомендуется оставить по умолчанию. Нажмите кнопку ОК. Через короткое время восстановленные элементы появятся там, где вы указали.

Это самый простой и легкий случай: файловая система не была повреждена. На такое восстановление способны многие программы. Если попробовать сделать то же самое с другим тестовым разделом, то появится сообщение, что файловая система на нем повреждена (corrupted) и простое восстановление с этого диска невозможно. Здесь придется применить тот инструмент, который составляет основу программы R-Studio, – технологию умного сканирования (IntelligentScan). Программа обнаруживает на диске обрывки записей файловых систем, а также сами тела файлов и по ним старается воссоздать утраченные данные.

1. На вкладке Drives (Приводы) щелкните правой кнопкой мыши на значок диска M: и в контекстном меню выберите команду Scan (Сканировать). Откроется окно Scan (Сканировать). В нем можно задать начальный сектор (Start) и объем диска, который нужно от него просканировать (Size), а также указать, какие файловые системы (File Systems) и типы файлов следует искать. Для выбора типов файлов, которые должна искать программа, нажмите кнопку Known File Types (Известные типы файлов) и в дочернем окне File Types (Типы файлов) установите флажки напротив нужных (рис. 2.17). По умолчанию программа ищет все известные ей файлы, а известны ей более сотни типов!

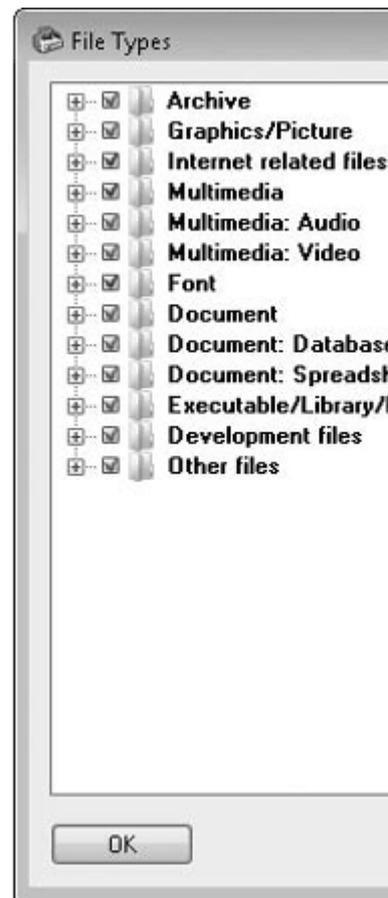
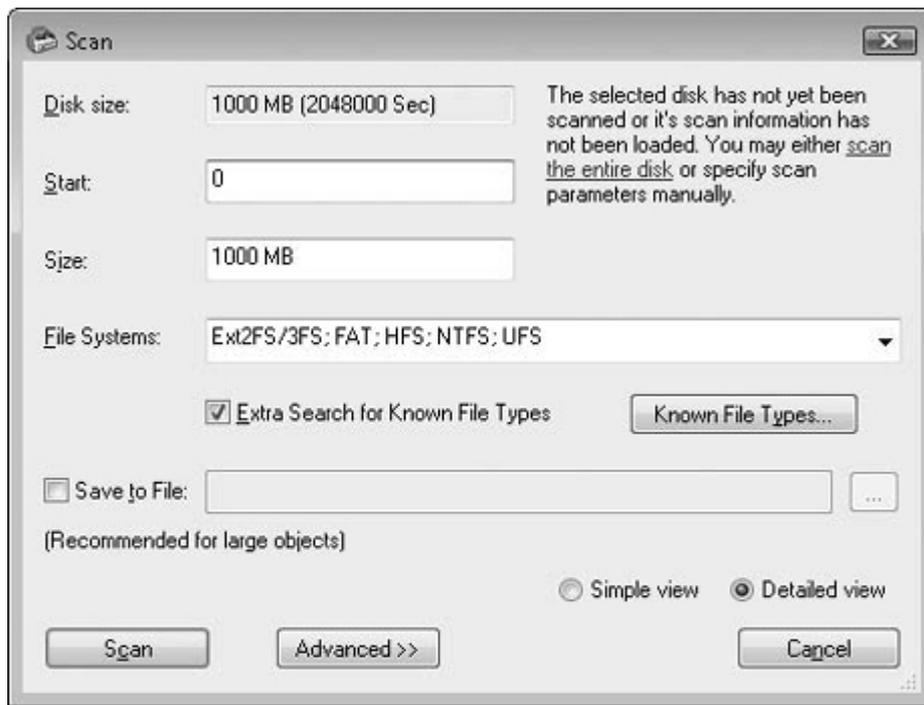


Рис. 2.17. Окно сканирования и выбор типов файлов

2. Нажмите кнопку Scan (Сканировать), и программа начнет исследовать диск. В правой части окна появится вкладка Scan Information (Информация о сканировании), на которой в виде карты показываються обнаруживаемые файлы (рис. 2.18).

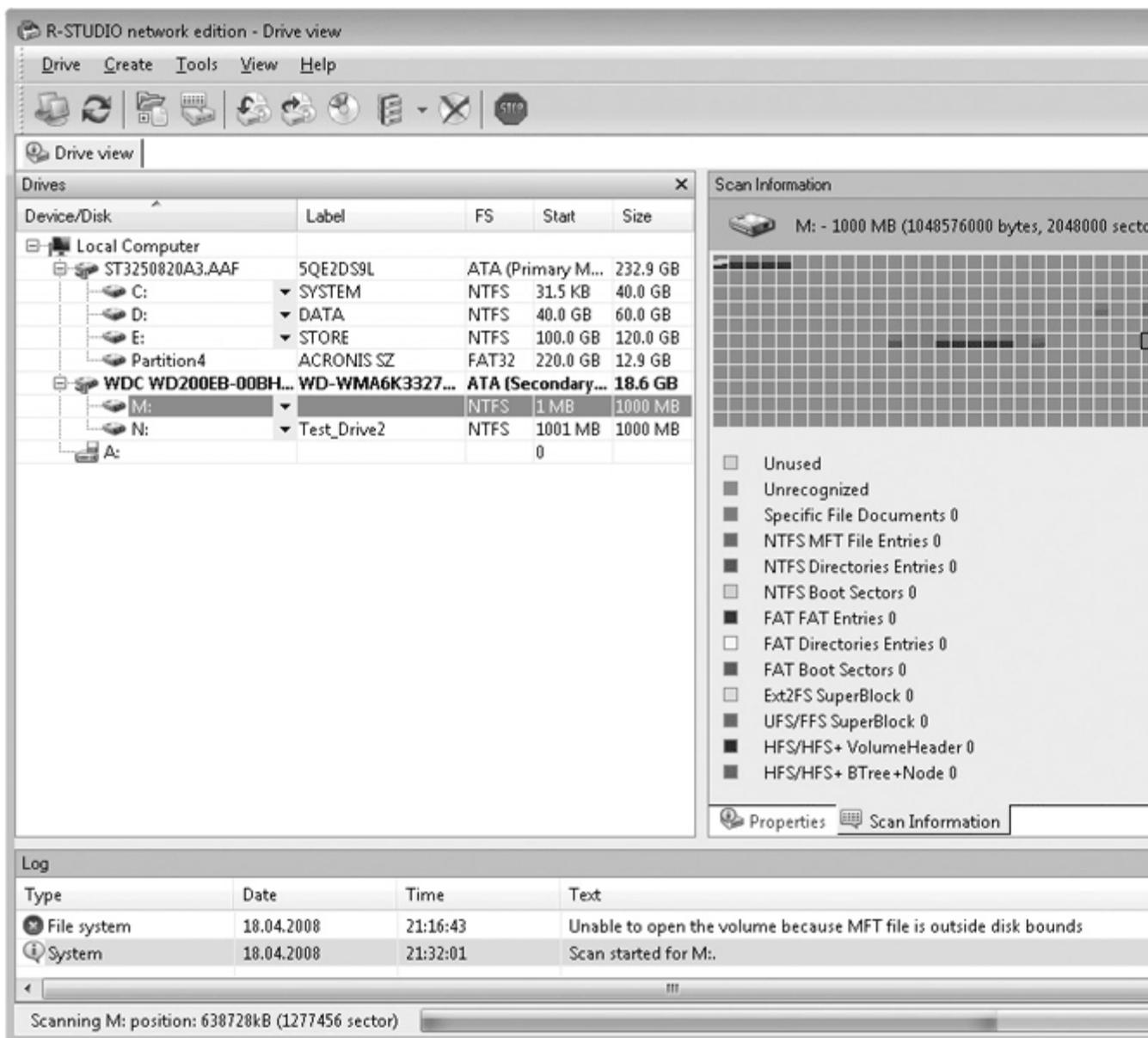


Рис. 2.18. Процесс сканирования

Когда процесс сканирования завершится, на вкладке Drives (Приводы) под просканированным диском или разделом появится несколько записей: найденные сведения о разделах или файловых системах, данные из которых можно восстановить (рис. 2.19). По сути, каждая запись – набор файлов, обнаруженных на диске, который можно (или нельзя) «привязать» к обнаруженным там же таблицам файловых систем или их остаткам.



Рис. 2.19. Обнаруженные разделы и файловые системы для восстановления

В приведенном примере это Recognized1 – распознанная файловая система, прогноз на восстановление которой хороший, и Extra Found Files – набор файлов, которые не удалось отнести к какой-либо восстановимой файловой системе.

3. Чтобы начать восстановление данных из одного из этих наборов, дважды щелкните на нем кнопкой мыши. В обоих случаях появится картинка, подобная приведенной на рис. 2.15.

- При восстановлении файлов из обнаруженного набора Recognized1 на вкладке Folders

(Папки) отобразится предположительная структура каталогов.

- При восстановлении файлов из обнаруженного набора Extra Found Files на вкладке Folders (Папки) файлы будут сгруппированы лишь по типам – сведения о структуре каталогов для этих файлов программе найти не удалось.

4. Поставьте флажками файлы, которые требуется восстановить, и далее действуйте, как при простом восстановлении.

Примечание

Вполне возможно, некоторые из извлеченных с диска файлов окажутся «битыми». В предыдущей главе описывалось, что можно с ними сделать.

Аналогично восстанавливаются данные с целого физического диска, на котором создавались, удалялись и пропадали разделы и файловые системы. В этом случае наборов может оказаться довольно много. Ведь сами тела файлов остаются на диске до тех пор, пока в занимаемые ими сектора не будет записана какая-то новая информация.

В списке возможных карт расположения информации зеленым цветом выделены хорошие наборы, желтым – сомнительные, красным – плохие. Если присутствуют только красные варианты, то рискнуть можно, но лучше сразу обратиться к другой программе, обладающей способностью восстанавливать из «руин» именно неструктурированные данные, – программе EasyRecovery. Но так как она обладает и многими другими характеристиками, то в этой главе ее возможности будут рассмотрены отдельно.

Программа GetDataBack for NTFS

GetDataBack for NTFS, как и остальные утилиты от Runtime Software, организована по принципу мастера: отвечая на вопросы, пользователь проходит несколько этапов. На первом этапе (рис. 2.20) предлагается выбрать одно из описаний, подходящее к создавшейся ситуации.

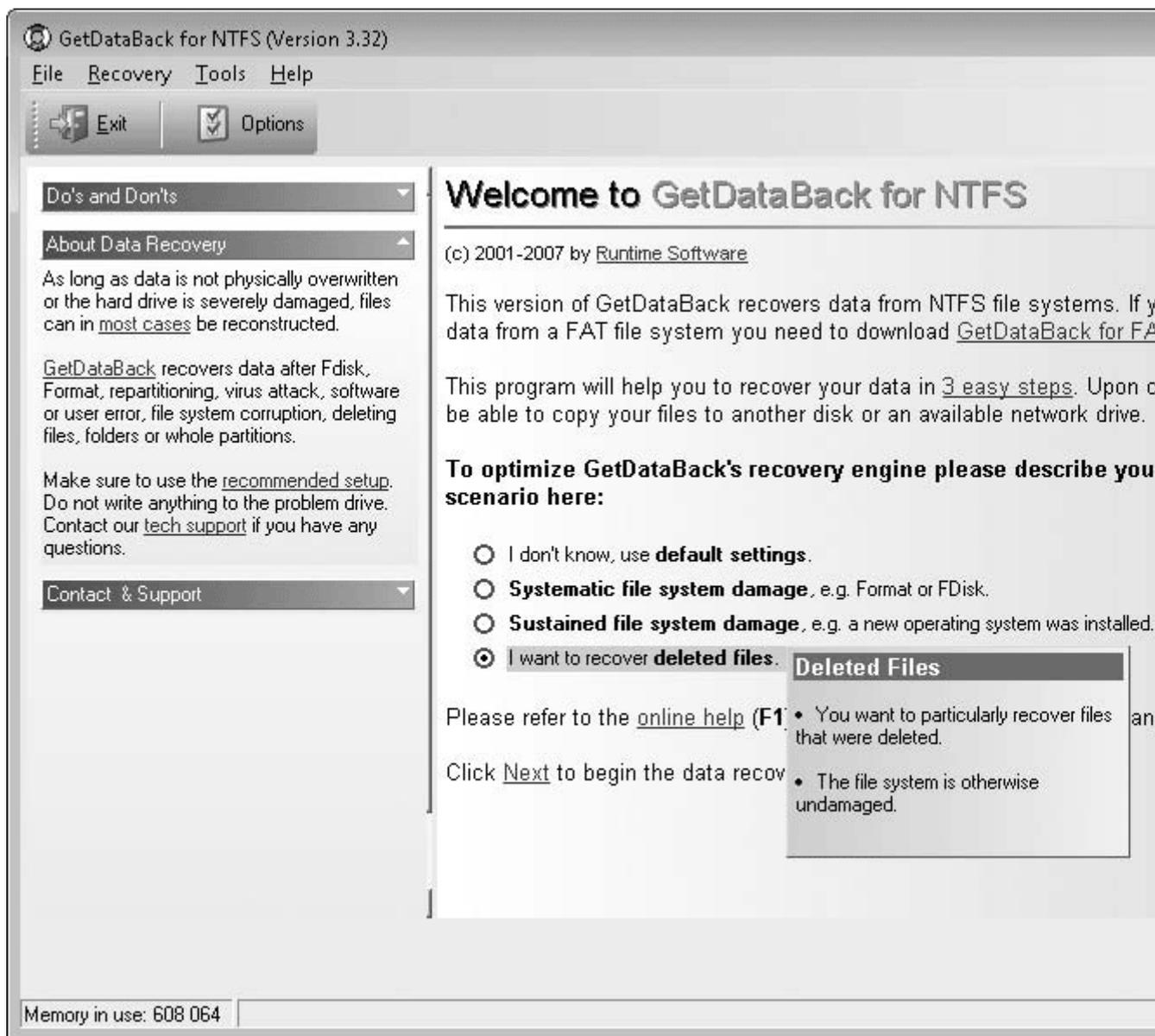


Рис. 2.20. Выбор описания ситуации

1. Установите переключатель в одно из четырех положений:
 - I don't know, use default settings (Я не знаю, использовать настройки по умолчанию);
 - Systematic file system damage (Системная ошибка файловой системы) – например, после сбоя питания, форматирования диска. Подразумевается, что на диске могут присутствовать bad-сектора;
 - Sustained file system damage (Стойкое повреждение файловой системы) – например, после сбоя была переустановлена операционная система, на диск записывались данные либо содержимое перезаписывалось программой клонирования дисков;
 - I want to recover deleted files (Я хочу восстановить удаленные файлы). Например, выберите последний вариант и нажмите кнопку Next (Далее).
2. Следующим шагом выберите физический или логический диск, на котором надо найти и восстановить удаленные файлы. Вновь нажмите кнопку Next (Далее).
3. После сканирования программа покажет найденные файловые системы (Found file systems), сведения об этих системах и карту расположения MFT и файлов на диске (рис. 2.21). Если установить переключатель из положения Show recommended (Показать рекомендованное) в положение Show all (Показать все), то в списке могут появиться и ранее удаленные или переформатированные файловые системы. Однако восстановление содержавшихся в них файлов маловероятно. Выберите одну из файловых систем и нажмите

кнопку Next (Далее).

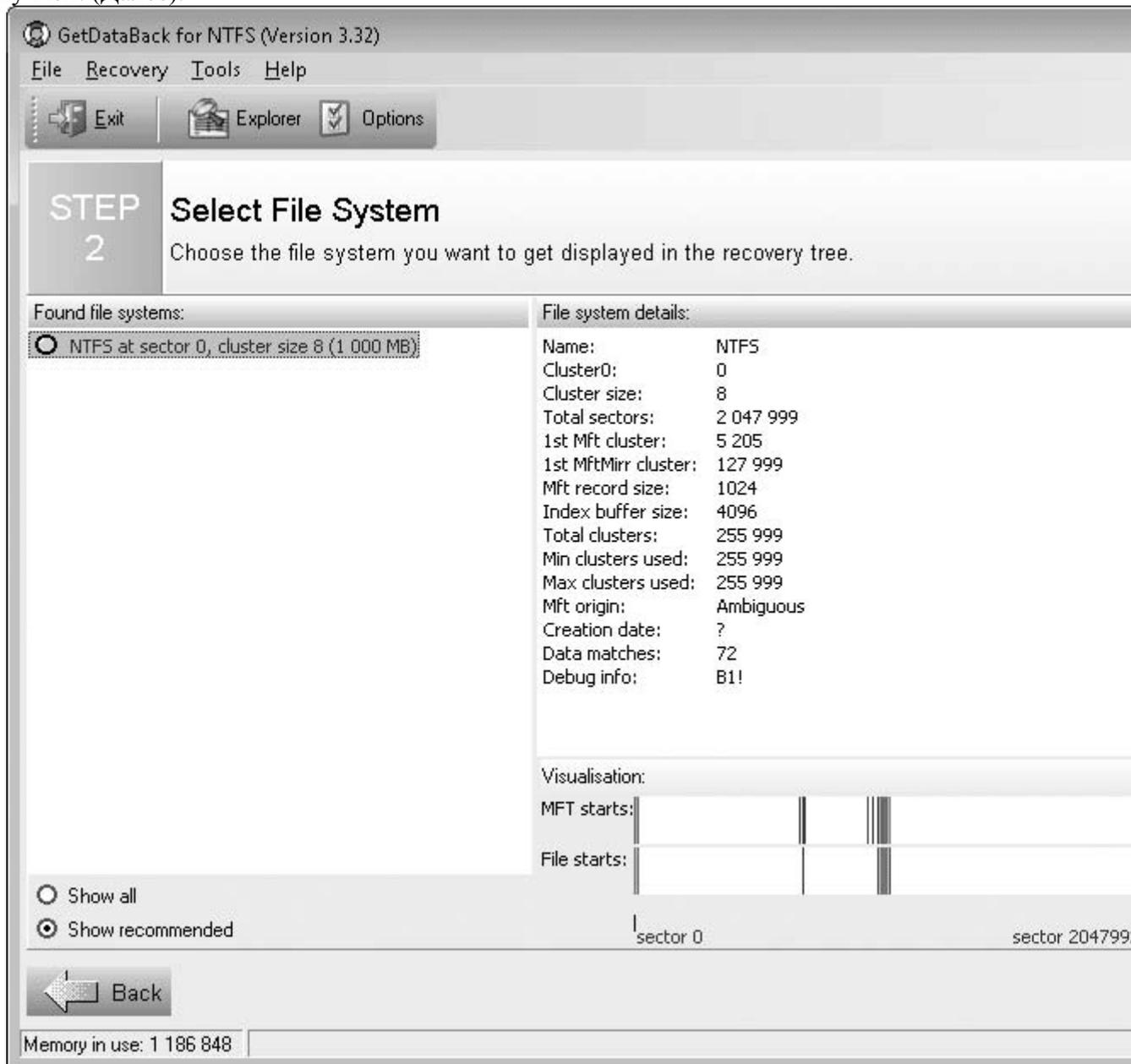


Рис. 2.21. Выбор файловой системы

4. После поиска и анализа записей MFT появится очередная страница мастера (рис. 2.22). На этой странице приводится дерево восстановления (Recovery Tree). Зачеркнуты удаленные файлы и папки, которые программа нашла на диске. Все операции восстановления производятся с кэшированными данными, поэтому содержимое самого диска не изменяется.

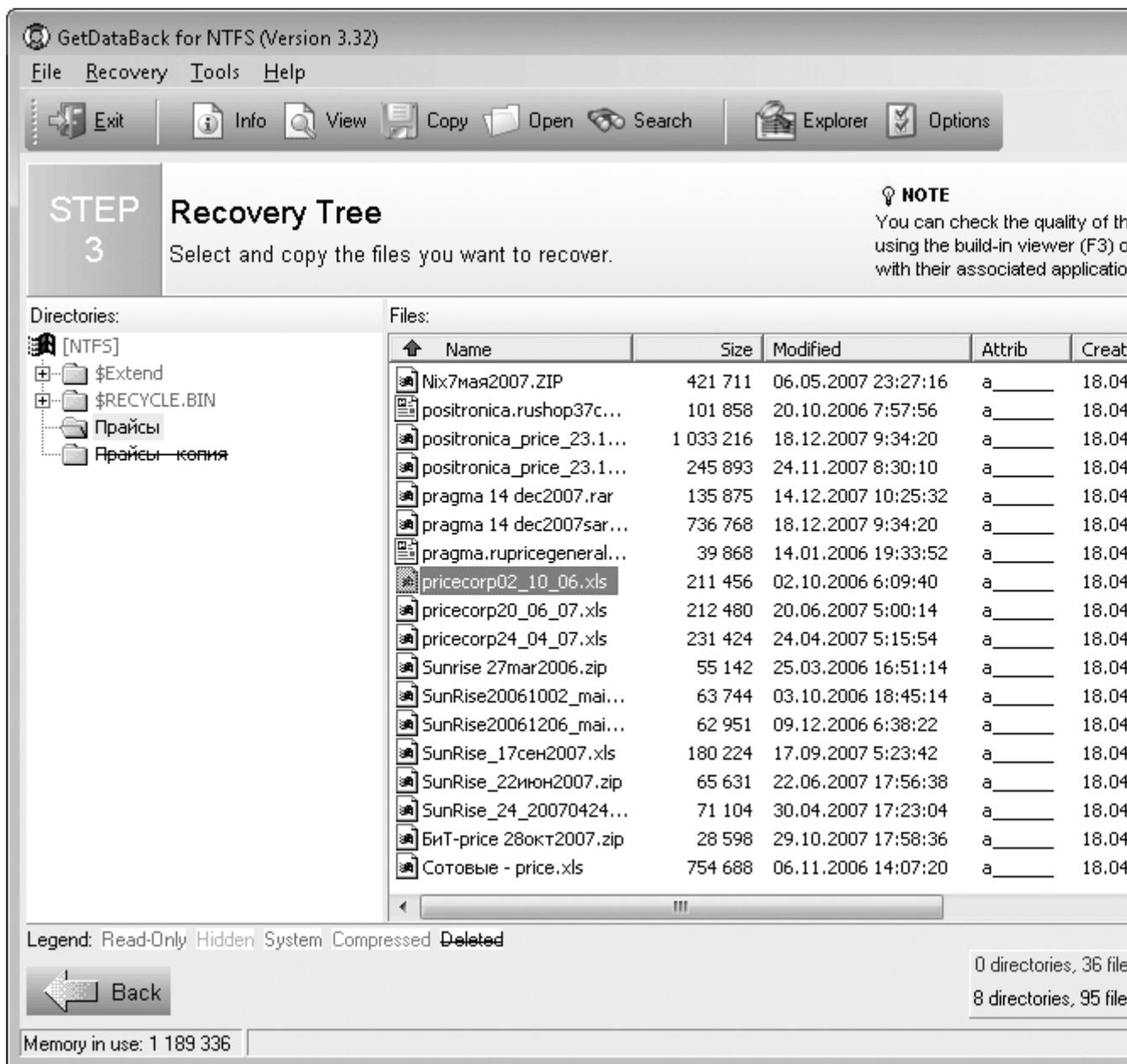


Рис. 2.22. Дерево восстанавливаемых файлов и папок

Выделите файлы, которые интересуют. Нажмите кнопку



Сору (Копировать) на панели инструментов, и файлы будут скопированы в указанную пользователем папку.

Какой программой лучше восстанавливать удаленные данные? Ответ на этот вопрос можно получить лишь исходя их практики. Если файл заведомо был на диске, а первое из примененных средств не смогло его обнаружить, нужно пробовать применять и другие программы. Поскольку работа ведется с исправным диском, а программы восстановления на его содержимое не влияют, то число и время использования попыток не ограничено ничем.

Программа EasyRecovery

Программа EasyRecovery является одним из лучших средств анализа дисковой подсистемы и восстановления данных. Безусловное достоинство программы в том, что она объединила множество инструментов, которые могут потребоваться в первую очередь.

Приложение относится к разряду так называемых *portable* программ, то есть может

запускаться со сменного носителя и не требует установки как таковой. В левой части окна расположены кнопки вызова основных групп задач (рис. 2.23).



Рис. 2.23. Главное окно программы

При нажатии кнопки в рабочей области окна показываются ссылки, вызывающие инструменты этой категории.

• **Диагностика диска:**

- Drive tests – тест жестких дисков на наличие аппаратных проблем;
- Size Manager – детальная информация об использовании дискового пространства. Она дает ответ на главный вопрос: «Куда пропало свободное место?» Нередко его занимают временные файлы, находящиеся в системных папках;
- Partition Tests – анализ существующей структуры файловой системы;
- Smart Tests – контроль дисков по технологии SMART;
- Jumper Viewer – справочник по назначению джамперов. Фактически это ссылка на базу данных, находящуюся в Интернете по адресу <http://www.ontrack.com/jumperviewer/index.asp>;
- Data Advisor – создание оригинального загрузочного гибкого диска с утилитой восстановления.

• **Восстановление данных:**

- Advanced Recovery – восстановление данных с дополнительными настройками;
 - Format Recovery – восстановление данных после форматирования диска;
 - Resume Recovery – работа с предварительно сохраненным сеансом восстановления (файлом образа);
 - Deleted Recovery – восстановление удаленных файлов;
 - Raw Recovery – восстановление «сырых» данных из серьезно поврежденных дисков.
- Эта функция будет рассмотрена подробнее;

– Emergency Diskette – создание еще одного оригинального загрузочного гибкого диска с утилитой восстановления.

• **Восстановление файлов:**

- Access Repair – восстановление поврежденных файлов Microsoft Access;
- PowerPoint Repair – восстановление поврежденных файлов Microsoft PowerPoint;
- Zip Repair – восстановление поврежденных архивов ZIP;
- Excel Repair – восстановление поврежденных файлов Microsoft Excel;
- Word Repair – восстановление поврежденных файлов Microsoft Word.

• **Восстановление E-mail:**

- Outlook Repair – восстановление почтовых баз Microsoft Outlook;
- Outlook Express Repair – восстановление почтовых баз Microsoft Outlook Express.

• **Обновление программы.**

• **Кризисный центр** – ссылки на платные службы восстановления данных и техническую поддержку через Интернет.

Таким образом, в одной программе, состоящей из единственного исполняемого файла размером около 18 Мбайт, собрано практически все, о чем говорилось в двух главах книги. Это делает ее очень удобным инструментом, в том числе для восстановления данных прямо в офисе или дома у пользователя.

Ссылка Быстрый запуск в верхней части окна позволяет настроить меню, открывающееся при ее нажатии, и поместить в это меню команды для вызова наиболее часто используемых функций. Ссылка Свойства позволяет выбрать язык интерфейса и настроить некоторые умолчания программы, например место для сохранения восстанавливаемой информации и поведение при восстановлении почтовых баз.

Примечание

Несмотря на то что последняя доступная на начало 2008 года шестая версия программы может работать в среде Windows Vista, в отдельных случаях возможны сбои при запуске некоторых инструментов. О полной совместимости приложения с Windows Vista пока говорить нельзя – скорее всего, проблема будет исправлена в очередных обновлениях.

Все перечисленные инструменты обладают интерфейсом мастеров: каждая процедура разделена на несколько шагов, а действия сопровождаются подробными комментариями. Именно поэтому в названии программы присутствует слово Easy – все действительно очень просто для понимания. Особый интерес представляет функция Raw Recovery (извлечение сырых данных).

1. Нажмите кнопку Восстановление данных, а затем щелкните кнопкой мыши на ссылке Raw Recovery (Восстановление сырых данных), появившейся в рабочей области окна. Появится первая страница мастера (рис. 2.24).

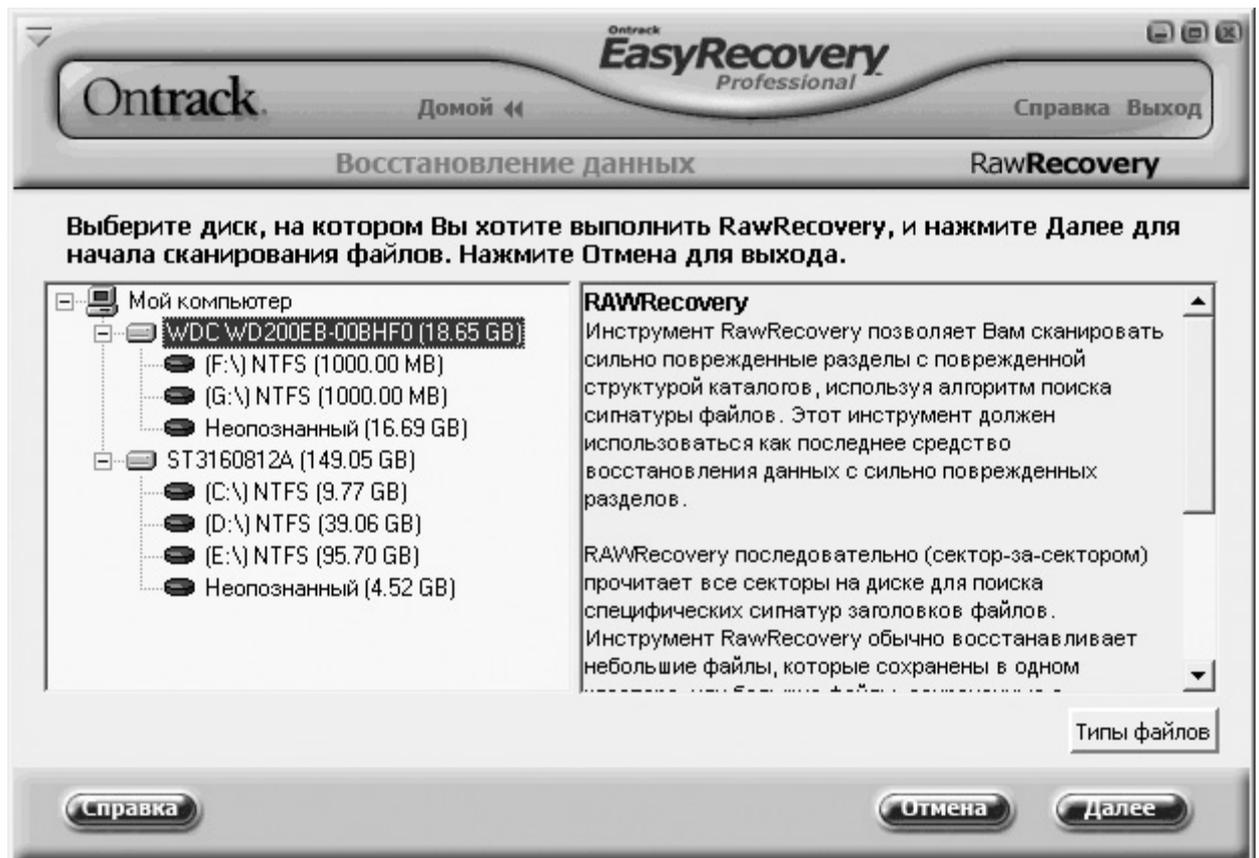


Рис. 2.24. Выбор диска

2. В дереве дисков и разделов выберите объект, в котором будет производиться поиск утраченных файлов. Хотя в нем показаны и разделы, целесообразно выбирать физический диск целиком. Нажав кнопку Типы файлов, можно указать, какие типы файлов (по их сигнатурам) программа будет искать при сканировании диска. По умолчанию ищутся все файлы. Нажмите кнопку Далее. После сканирования, продолжительность которого зависит от объема диска и числа файлов на нем, появится следующий экран мастера (рис. 2.25).

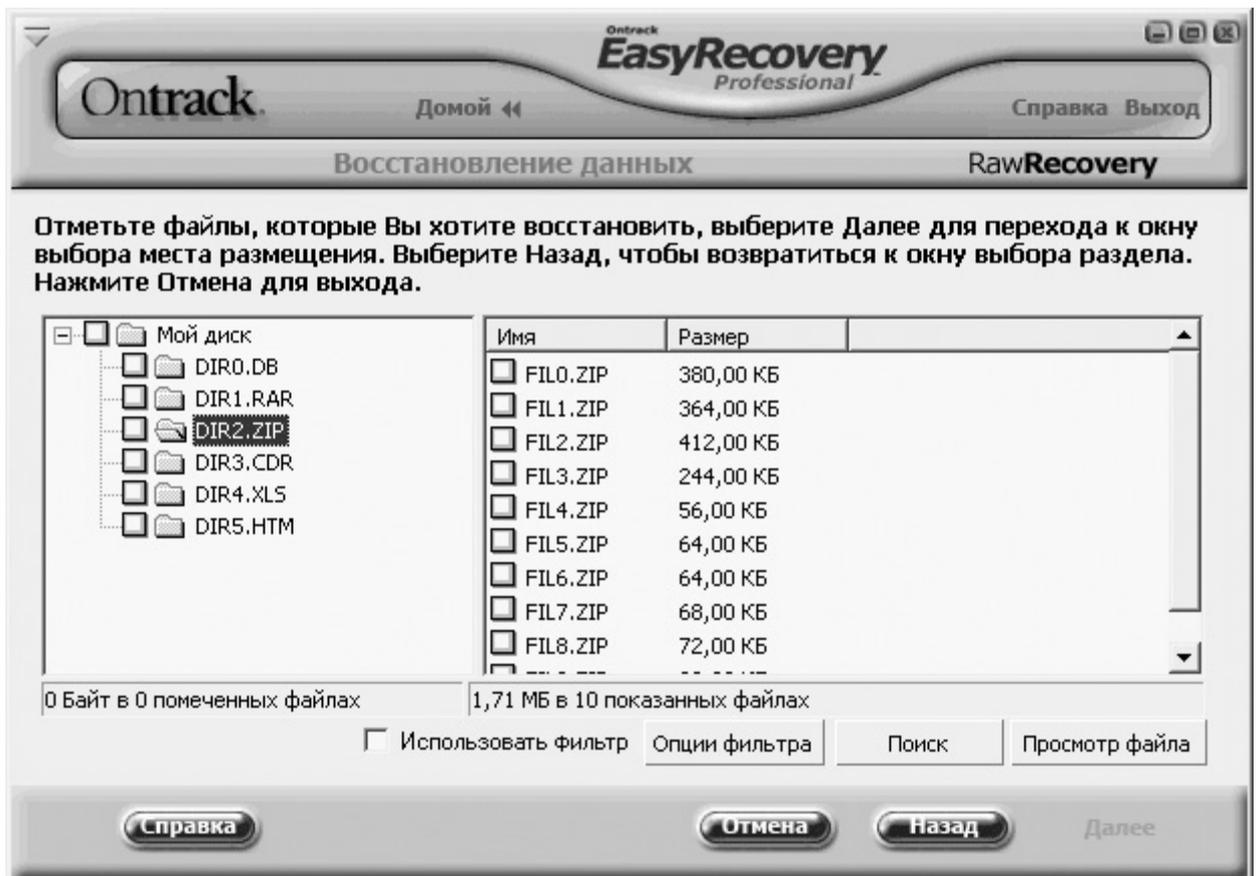


Рис. 2.25. Найденные файлы

На этом экране показаны найденные на диске последовательности, которые программа распенила как файлы. Эти файлы найдены не по вхождению файловых систем, а лишь по сигнатурам, выделенным в последовательности данных на диске. Поэтому в левой части окна файлы сгруппированы только по типам, а имена им присваиваются чисто условные вида fil*.*, хотя расширения соответствуют действительным.

3. Для просмотра любого из найденных файлов выберите его, а затем нажмите кнопку Просмотр файла. Программа использует собственный встроенный просмотрщик. При этом содержимое большинства типов отображается «как есть», а в случае с архивом показываются файлы и папки, находящиеся в нем (рис. 2.26).



Рис. 2.26. Просмотр файла

4. Вернувшись к списку найденных файлов, установите флажки напротив тех, которые нужно восстановить. Можно также помечать виртуальные папки в левой части окна – тогда будут восстановлены все файлы указанного типа. Как только помечен хотя бы один файл, становится активной кнопка Далее. Нажмите ее, и появится последний экран мастера (рис. 2.27).

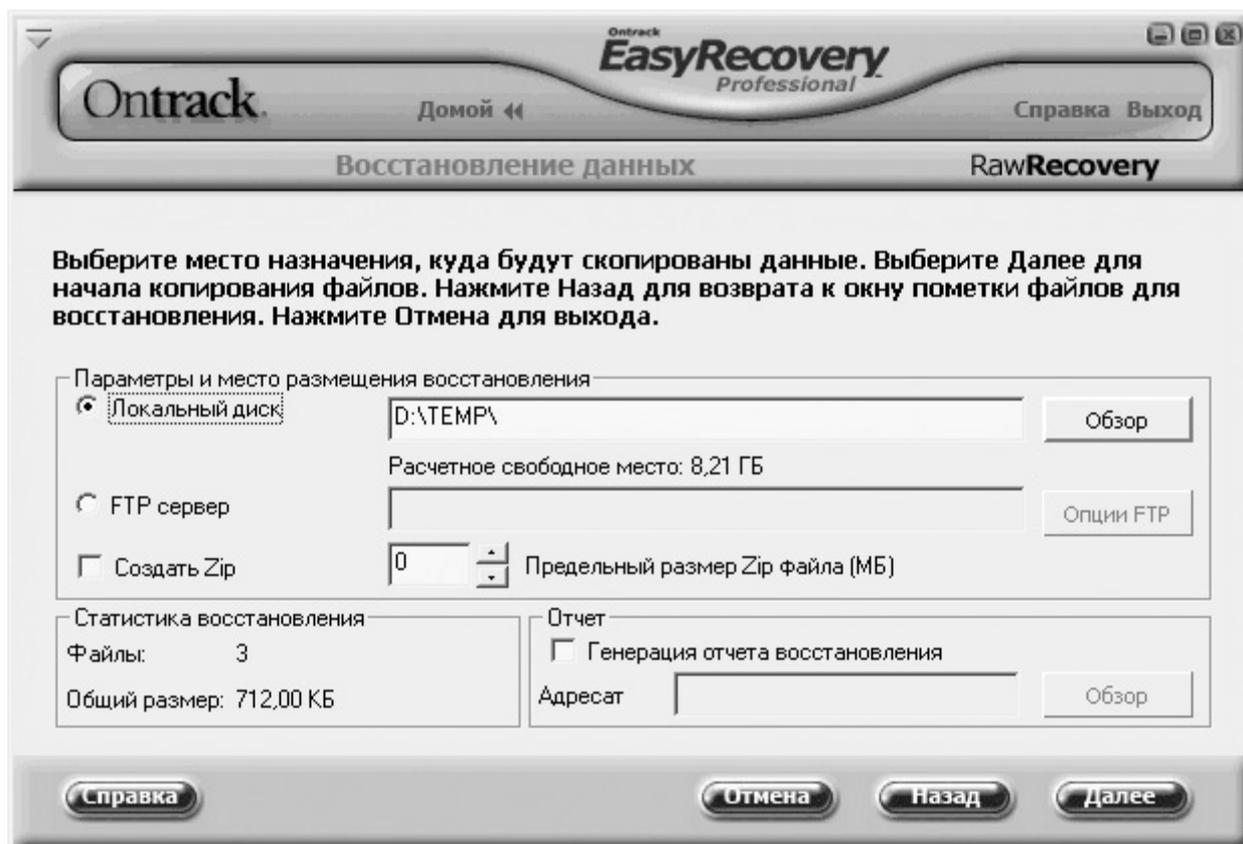


Рис. 2.27. Сохранение восстановленных данных

5. Последний шаг – указание места, куда будут сохранены помеченные файлы. Таким местом может быть не только папка на локальном компьютере, но и сетевая папка или даже FTP сервер. Кроме того, программа может сразу же заархивировать восстанавливаемые файлы – так можно сэкономить место на диске, куда будут сохраняться восстановленные данные. Укажите путь для сохранения и нажмите кнопку Далее. Через некоторое время восстановленные файлы появятся в указанном месте.

Функция Raw Recovery (извлечение сырых данных) позволяет извлечь с диска безнадежно утраченную информацию. Разумеется, эта функция не универсальна – содержимое кластеров, в которые производилась запись новых данных, действительно потеряно навсегда. Тем не менее это последнее средство, которое в критической ситуации нужно обязательно использовать.

Восстановление случайно удаленных данных

Эта задача является частным случаем исправления логических ошибок диска. Вся особенность в том, что пользователь обычно знает, что, откуда и когда удалено, а диск, как правило, совершенно исправен и физически, и логически. Кроме того, прогноз восстановления полностью определяется тем, как быстро владелец компьютера вспомнил об утрате. При физических дефектах или серьезных логических ошибках диска работа сразу прекращается, и винчестер экстренно начинают восстанавливать. После случайного удаления документов пользователь обычно работает до тех пор, пока эти документы вдруг не понадобятся. Если на место удаленных данных что-то было записано, вероятность восстановления уменьшается, а если записано было много, она стремится к нулю.

Извлекать данные после удаления файлов, форматирования или удаления разделов умеют практически все программы восстановления данных. Как уже было сказано, это частный и один из самых простых случаев. Существуют и утилиты, специально предназначенные для восстановления случайно удаленной информации. В частности,

компания Runtime Software (<http://www.runtime.org>) выпускает большой набор отдельных специализированных средств восстановления в различных файловых системах как для Windows, так и для Linux.

Резюме

Если потеряны данные на жестком диске, начать стоит с простейшей диагностики проблемы. При этом важно решить: связана ли эта потеря с аппаратной аварией либо все ограничивается случайным искажением записей таблицы разделов или файловой системы?

В первом случае необходим срочный ремонт винчестера, после чего данные будут доступны. Во втором случае восстановление информации производится программными методами.

Программное восстановление должно быть неразрушающим, то есть не связанным с записью данных на проблемный диск. Сначала нужно создать полную посекторную копию диска на другом носителе, а затем всю дальнейшую работу проводить уже с этим образом.

Для извлечения информации более целесообразно использовать специальные программные пакеты, хотя возможно и ручное восстановление с помощью дисковых редакторов. Успех извлечения данных отчасти зависит от числа попыток: разные программы по-разному справляются с восстановлением в конкретных ситуациях. И, если требуемый результат не получен с первой попытки, стоит использовать другое средство.

Рассмотренные в этой главе программы и принципы восстановления во многом применимы не только к жестким дискам, но и к другим типам носителей, поэтому когда речь пойдет об извлечении данных с полупроводниковых устройств хранения, придется еще не раз вернуться к пакетам R-Studio и EasyRecovery.

Глава 3 RAID и восстановление информации

- Принципы работы RAID
- Причины потерь данных
- Тактика восстановления данных
- Программные средства восстановления данных
- Отдельные случаи восстановления
- Резюме

Аббревиатура RAID расшифровывается как Redundant Array of Independent Disks – избыточный массив независимых дисков. Сегодня RAID представляет собой совокупность технологий, как аппаратных, так и программных. Общий смысл их состоит в том, что несколько жестких дисков включаются в набор, который на уровне аппаратного или программного интерфейса представляется единым диском. Цель создания RAID-массива – увеличение скорости обмена данными с дисковой системой, повышение уровня надежности хранения данных либо и то и другое одновременно.

Идея создания RAID появилась в 1987 году. Долгое время RAID-массивы были довольно дорогими и применялись лишь в крупных компьютерных системах. В последние годы вместе со снижением стоимости винчестеров RAID-массивы тоже стали более доступными: их чаще стали использовать в обычных рабочих станциях и домашних компьютерах. Встроенными RAID-контроллерами снабжается примерно треть материнских плат, выпущенных в 2007–2008 годах.

Принципы работы RAID

В основе работы RAID лежат несколько принципов организации записи данных на массив дисков. Реализация этих принципов позволяет ускорить запись и извлечение данных, а также увеличить степень надежности их хранения.

- Данные в процессе записи разбиваются на несколько потоков, и каждый поток записывается на свой диск. В результате увеличивается скорость записи и скорость считывания информации, однако при этом каждый диск содержит лишь часть набора данных, поэтому потеря любой из частей разрушает весь набор.

- Весь поток данных одновременно записывается на несколько дисков. При этом каждый диск становится полной копией остальных. Выход из строя любого из дисков никак не сказывается на сохранности информации, так как остаются другие копии. Это повышает степень надежности хранения, однако приводит к избыточности хранимой информации.

- При записи один из дисков может использоваться для хранения контрольных сумм, позволяющих при необходимости восстановить любую из утраченных частей набора.

При создании массивов RAID все перечисленные выше принципы используются в разных комбинациях, разновидности которых называются *уровнями RAID*.

Уровни RAID

Уровни RAID – способ организации дисков внутри массива. В 1993 году промышленный консорциум по стандартизации RAID (RAID Advisory Board – RAB) определил семь типовых уровней RAID: от 0 до 6. Термин «уровни RAID» (RAID levels) является официальным и прочно вошел в лексику компьютерных пользователей, хотя никакой иерархии здесь нет: это всего лишь семь совершенно разных независимых архитектур. Спецификация RAID-2 осталась чисто теоретической, поскольку описывает массивы из 14 или 39 дисков. Зато уже после принятия стандарта были предложены спецификации RAID 0+1 и RAID 1+0 (RAID-10), которые по сути являются комбинациями RAID-0 и RAID-1.

RAID-0 – простейший вариант построения массива (рис. 3.1). Это так называемое чередование, или простое распараллеливание записи/чтения данных между всеми дисками. Поток данных разбивается на равные блоки («полосы» – stripes) заданного размера, и первый блок записывается на один диск, второй – на следующий, третий – снова на первый диск и т. д. Массив может строиться из любого числа дисков: чем больше их чередуется, тем выше скорость обмена данными. Запись производится без избыточности, поэтому такой массив не является RAID в прямом смысле, хотя термин RAID-0 широко используется и принят RAB.

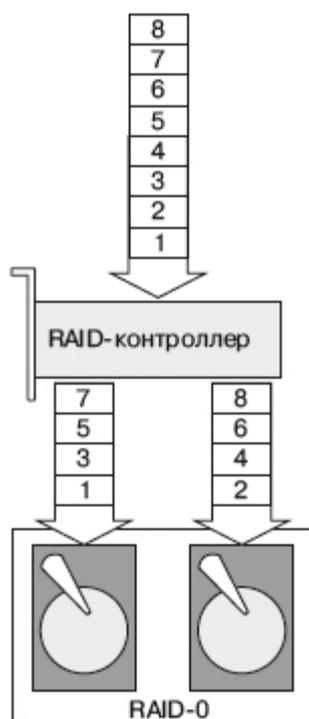


Рис. 3.1. Структура RAID-0

Степень надежности такого массива всегда ниже степени надежности входящих в него дисков. При выходе из строя любого из дисков данные всего массива будут потеряны, поэтому RAID-0 иногда сравнивают с миной замедленного действия. Теоретически скорость обмена данными возрастает пропорционально числу дисков, образующих массив, а емкость массива равна сумме емкостей дисков. На практике результат несколько меньше. Типичное применение RAID-0 находят там, где важна скорость, а не степень надежности: например, в компьютерах, специально предназначенных для захвата и обработки потокового видео. В настольных системах обычно используют двух-, реже четырехдисковые RAID-0. Такие конфигурации поддерживают встроенные контроллеры материнских плат средней ценовой категории.

RAID-1 является другой простейшей архитектурой (рис. 3.2). В этом случае производится запись двух зеркальных копий данных на двух идентичных дисках без всяких дополнительных преобразований. Выход из строя одного диска не приводит к потере данных. Это массив со 100 %-ной избыточностью. Он обеспечивает предельную степень надежности, хотя стоимость хранения данных возрастает ровно вдвое.

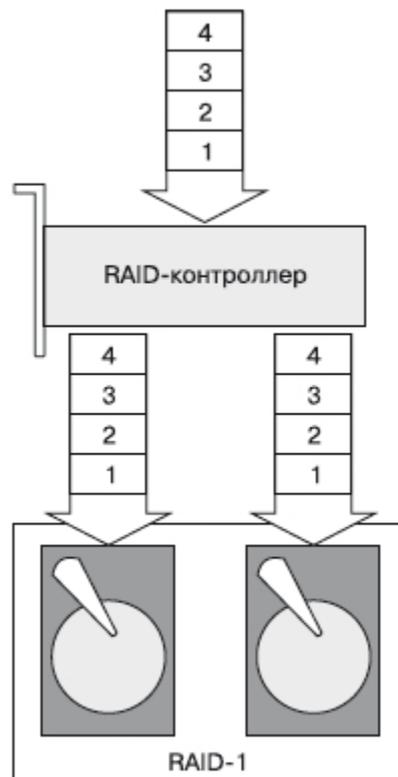


Рис. 3.2. Структура RAID-1

Массивы уровня 1 подходят для хранения критически важных данных. На практике быстродействие такого массива может немного превосходить быстродействие каждого из дисков. Это связано с аппаратной реализацией чтения и записи данных.

Спецификация RAID-2 осталась чисто теоретической, поскольку она описывает массивы, состоящие из 14 или 39 дисков.

RAID-3 – трехдисковый массив. Два диска в нем работают подобно RAID-0, данные на них записываются с чередованием. Однако для каждых двух чередующихся блоков контроллер вычисляет код четности (Parity Code) и записывает его на третий диск. Благодаря простому алгоритму данные четности для двух блоков занимают столько же места, сколько каждый из этих блоков. В результате образуются наборы из трех взаимосвязанных блоков: два, на первых двух дисках, содержат данные, а третий, на третьем диске (экстраблок), – контрольную сумму для двух блоков данных (рис. 3.3). По данным на одном из первых двух дисков и контрольным суммам всегда можно восстановить содержимое другого диска при его повреждении. Точно так же коды четности, в случае аварии третьего диска, всегда можно пересчитать по данным на первых двух дисках.

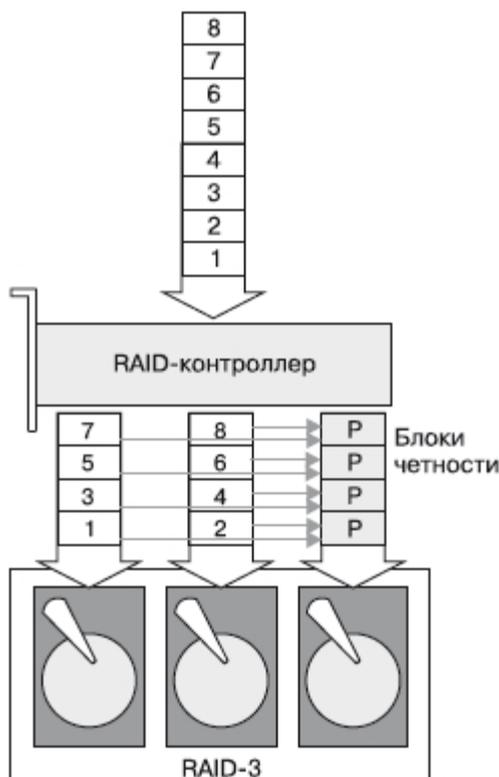


Рис. 3.3. Структура RAID-3

Скорость работы такого массива такая же, как у RAID-0, а отказоустойчивость аналогична RAID-1. Накладные расходы снижены за счет того, что емкость массива из трех одинаковых дисков примерно равна удвоенной емкости одного диска.

Существует спецификация RAID-4, которая отличается только размерами блоков данных при чередовании. Это несколько улучшает работу массива при случайном чтении, но из-за большего объема буферной памяти контроллеры RAID-4 не получили широкого распространения.

RAID-5 – другая реализация идеи чередования с контролем четности. Чередование блоков данных происходит между всеми тремя дисками. В массиве уровня 5 все диски равноценны, а блоки четности распределены между ними (рис. 3.4). При этом блок четности для блоков, находящихся на двух дисках, всегда записывается на третий диск и так далее «по кругу». Порядок чередования блоков данных и блоков четности (Parity Rotation) зависит от контроллера. Существует несколько вариантов такого чередования: Forward (Прямое), Backward (Обратное) и Backward symmetric (Обратное симметричное). В большинстве современных RAID-контроллеров используется последний вариант.

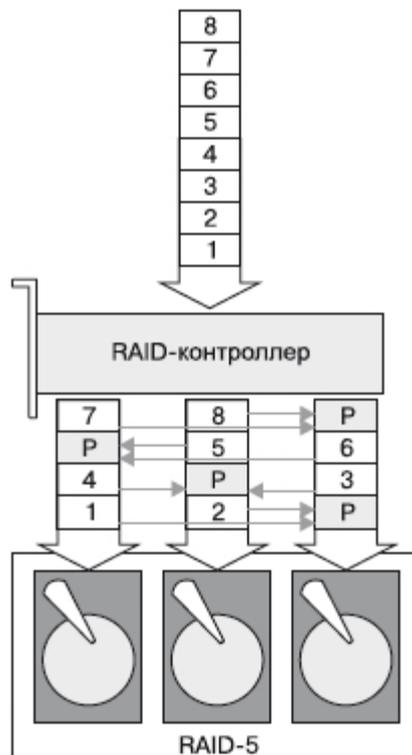


Рис. 3.4. Структура RAID-5

RAID-5 сегодня считается наиболее оптимальной конфигурацией массива для высокопроизводительных и надежных рабочих станций. Поддержка этого уровня, наряду с RAID-0 и RAID-1, заложена во многие встроенные контроллеры современных материнских плат.

В спецификации RAID-6 контрольная сумма вычисляется два раза и копируется сразу на два разных диска. В результате работоспособность массива сохраняется даже при одновременной поломке двух дисков из трех. Это очень надежное, но дорогое решение, которое так и не нашло широкого применения.

Составные массивы (multi-RAID) представляют собой сочетание двух спецификаций. Они могут реализовываться полностью на уровне контроллера либо частично на аппаратном уровне, а частично на программном.

RAID 0+1 – чередование двух или нескольких двухдисковых массивов RAID-1.

RAID 1+0 (RAID-10) – зеркалирование массива RAID-0 на другой такой же массив.

Оба этих варианта привлекательны для недорогих систем. Хотя в обоих случаях емкость дисков используется только на 50 % (каждый винчестер полностью дублируется), а сам контроллер дешев. Контроллеры этих уровней RAID занимаются только распределением потоков данных, тогда как контроллеры RAID-3 и RAID-5 непрерывно в реальном времени обчисляют четность, а это уже серьезная вычислительная задача.

Массивы RAID 5+0 (RAID-50) и RAID 6+0 (RAID-60) образуются чередованием массивов уровней 5 и 6 соответственно. Это большие серверные решения. Для их реализации нужны дорогие многопортовые контроллеры, а в массив будут включаться от шести до нескольких десятков жестких дисков.

Существует спецификация JBOD (Just a Bunch of Disks – простая группа дисков). В этом случае несколько винчестеров представляются одним большим диском. Объединение (spanning) нескольких физических дисков еще недавно использовалось в компьютерах для видеозахвата и видеомонтажа, чтобы получить достаточно места для сохранения непрерывного файла размером в десятки или сотни гигабайтов. С появлением терабайтных винчестеров это утратило актуальность.

Контроллеры и конфигурирование RAID

Первоначально RAID-контроллеры выполнялись только в виде самостоятельных плат расширения PCI. Такой контроллер включает в себя микропроцессор, буферную память, flash-память с микропрограммой и областью для хранения сведений о конфигурации массива. Известными производителями RAID-контроллеров являются компании Adaptec, Intel, Tekram (Areca), Promise, 3Ware. Современные дискретные контроллеры поддерживают спецификации RAID-0/1/10/5/6/50/60/ JBOD и несут от 4 до 8 портов Ultra320 SCSI либо SAS/SATA.

Интегрированные RAID-контроллеры материнских плат строятся либо на отдельных чипах, например Silicon Image, Promise, ITE GigaRAID, либо являются частью чипсета материнской платы, например Intel ICH5 или VIA VT8237. Эти контроллеры, которые сейчас широко распространены, обслуживают от двух до четырех дисков SATA или IDE и поддерживают уровни RAID-0/1/JBOD, но нередко и RAID-5/10.

Создание массива осуществляется микропрограммой контроллера. Особенности построения, конфигурирования и обслуживания массива зависят от модели контроллера. Типичная процедура создания и настройки RAID напоминает настройку BIOS компьютера.

1. Во время начальной загрузки компьютера нажмите клавишу или сочетание клавиш, вызывающее процедуру настройки контроллера RAID. На экране появится меню настройки.

2. В меню настройки RAID выберите команду с названием наподобие Create Array (Создать массив). Затем обычно требуется указать физические диски, которые должны быть включены в массив, и выбрать тип массива из нескольких предлагаемых вариантов.

3. Далее (в общем случае) следует указать размер блока чередования (Stripe Block Size). Некоторые контроллеры предлагают упрощенную процедуру создания массива, когда достаточно выбрать один из пунктов с названием типа Optimize Array for Performance (из двух дисков будет создан RAID-0), Optimize Array for Security (создается массив RAID-1) или Optimize Array for Capacity (диски объединяются в массив JBOD). При выборе таких пунктов в массив включаются все обнаруженные диски, а все настройки устанавливаются по умолчанию.

При создании RAID-1 есть возможность сразу скопировать все данные с одного диска на второй – «зеркальный». Как правило, это действие обозначается как Create & Duplicate the disk (Создать массив и дублировать диск).

В меню, вызываемом при загрузке, доступны операции обслуживания массива. Проверка (Check) массива средствами контроллера позволяет выявить ошибки чередования и четности. После замены одного из дисков массив следует *перестроить* (Rebuild) или *восстановить* (Restore). Это достаточно длительный процесс, в ходе которого контроллер воссоздает содержимое замененного диска по двум оставшимся (RAID-5) или копирует один диск на другой (RAID-1).

Помимо меню, вызываемого при загрузке, для проверки и обслуживания массивов используются утилиты, работающие в среде MS-DOS или Windows. Первые запускаются со специально создаваемого загрузочного диска, а вторые обычно устанавливаются вместе с драйвером RAID-массива или являются одним из компонентов драйвера. Такие резидентные программы способны непрерывно отслеживать состояние массива и при возникновении неполадок уведомлять об этом пользователя даже путем отправки сообщения по электронной почте.

В процессе создания RAID-массива на нулевые дорожки входящих в него дисков контроллер обычно записывает служебную информацию о номере диска в массиве, уровне RAID и размере блока. Информация о дисках, включенных в массив, в свою очередь, сохраняется в энергонезависимой памяти контроллера. Некоторые контроллеры «запоминают» диски по их серийным номерам, но чаще контроллер идентифицирует диски в процессе инициализации массива, основываясь на служебной информации из нулевых дорожек дисков. Вывод: и искажение данных в CMOS контроллера, и изменение служебной информации на самих дисках могут привести к *разрушению* массива.

Программный RAID-массив

Кроме аппаратной, существует и программная реализация RAID. В этом случае массив формируется из дисков, подключенных к обычному контроллеру SATA или IDE. Поддержка программных дисковых массивов впервые появилась в серверных операционных системах. Сегодня она присутствует даже в Windows XP Professional и выпусках Windows Vista.

Для создания программного массива служит оснастка Управление дисками консоли Управление компьютером или системная команда diskpart. Сначала необходимо преобразовать два или более дисков в *динамические диски* (команда Преобразовать в динамический диск контекстного меню диска). После преобразования операционная система рассматривает разделы на этих дисках как *простые динамические тома*.

Из двух и более простых динамических томов, находящихся на разных физических дисках, можно организовать *составной том*. Составной том может включать в себя до 32 динамических дисков. Это программный аналог RAID-1.

Чередующийся том – программный аналог RAID-0. В чередующийся том также могут входить до 32 динамических дисков. Команды создания составных и чередующихся томов становятся активны в контекстном меню диска после преобразования его в динамический диск.

Сведения о конфигурации программных массивов хранятся в системном реестре Windows. Создание программных массивов – допустимое решение при отсутствии аппаратного RAID-контроллера. Основным недостатком создания программных массивов без аппаратного RAID-контроллера является повышенный расход ресурсов и относительное снижение быстродействия компьютера по сравнению с полноценной аппаратной реализацией RAID. Тем не менее такое решение может применяться на практике.

Причины потерь данных

Говоря о RAID-массивах, необходимо четко разграничивать два понятия. И чтобы различать ситуации, следует обратить внимание на сообщения, выдаваемые контроллером в процессе начальной загрузки компьютера либо после запуска операционной системы Windows, а также обратиться к оснастке Управление дисками в консоли Управление компьютером.

Повреждение массива – физические или логические ошибки на одном или нескольких дисках, входящих в состав массива. Контроллер корректно работает с дисками, образующими RAID, хотя обычно выдает сообщения об ошибках дисков. В этом случае RAID-массив продолжает оставаться для операционной системы единым диском, но на нем возникают те или иные ошибки либо он представляется неформатированным.

Физические или логические проблемы с одним из дисков в массиве уровня 1 или 5 можно рассматривать как штатное событие: массив и создавался, чтобы сохранить данные в такой ситуации. RAID-контроллер почти всегда верно распознает такую ситуацию в процессе инициализации массива, выводит соответствующее сообщение и предлагает заменить неисправный диск. После замены винчестера и включения компьютера контроллер предлагает включить новый диск в массив и воссоздать данные на нем с исправных дисков массива (Rebuild Array). В результате и физическая, и логическая целостность массива почти обязательно восстанавливается.

Примечание

При воссоздании массивов RAID-1 на дисках IDE может появиться опасная ловушка. Некоторые контроллеры, например Promise FastTrack100, всегда копируют данные с диска, подключенного как Master на диск, подключенный как Slave. Нетрудно догадаться, что может произойти при выходе из строя и замене

диска, подключенного в конфигурации Master, – данные с оставшегося исправным диска можно потерять безвозвратно.

Разрушение массива – результат утраты контроллером сведений о конфигурации массива. В этом случае винчестеры, входившие в массив, видятся системой как отдельные диски, а некоторые из них могут вовсе не распознаваться. В оснастке Управление дисками они чаще всего показываются неформатированными или как диски с неизвестной файловой системой.

Выход из строя RAID-контроллера однозначно ведет к разрушению массива. Подключение дисков, входивших в массив, к другому идентичному контроллеру и попытка инициализировать его далеко не всегда приводят к успеху. Тем более найти точно такой же контроллер, выпущенный несколько лет назад, бывает проблематично. Поэтому в большинстве случаев разумной тактикой становится извлечение данных из разрушенного массива программными методами.

Таким образом, потеря информации может произойти лишь при разрушении любого массива либо при повреждении массивов RAID-0 или JBOD. В избыточных массивах уровней 1, 3, 5, 1+0 и 0+1 информация сохраняется по определению, а целостность набора восстанавливается штатными средствами контроллера при замене неисправного диска.

В следующем разделе речь пойдет о восстановлении данных из разрушенного массива или с поврежденных дисков в массиве RAID-0 либо JBOD.

Тактика восстановления данных

Если при очередном включении компьютера оказались недоступны диски RAID, следует провести короткую и осторожную диагностику. Как уже говорилось, основные сведения можно почерпнуть из сообщений контроллера в процессе его инициализации, а затем в оснастке Управление дисками консоли MMC.

Далее целесообразно выключить компьютер и снять с него винчестеры, входящие в RAID. Ориентируясь по шлейфам и портам контроллера, пронумеруйте диски, это поможет при дальнейшем программном воссоздании массива.

Подключайте винчестеры по одному к другому компьютеру, к обычному контроллеру (не RAID). Диагностика жестких дисков описана в предыдущей главе. В зависимости от результатов проверки может потребоваться замена контроллера и даже манипуляции внутри гермоблока. Главное – восстановить доступ к диску.

Заниматься углубленной диагностикой и восстановлением данных на неисправном компьютере не рекомендуется. Если на поврежденный или разрушенный RAID-массив была установлена операционная система, загрузка компьютера просто невозможна, поэтому наличие второго компьютера обязательно. Есть и другой вариант – подключить новый диск, установить на него операционную систему и все необходимые утилиты, а потом подключать обратно диски из массива и заниматься извлечением информации.

Желательно создать образ-копию каждого диска. Делать это удобно теми же программами, которыми впоследствии будут извлекаться данные. Для сохранения образов двух или трех дисков может потребоваться винчестер большой емкости, хотя файлы образа, как правило, неплохо сжимаются. Если по результатам проверки винчестеры оказались полностью исправными, можно и не создавать образы, а работать непосредственно с самими дисками, хотя делать это не очень удобно: придется подключать к компьютеру одновременно три, четыре или даже пять дисков – на одном винчестере должны быть операционные системы и рабочие программы, и извлекаемые данные тоже нужно где-то сохранять!

Программные средства восстановления данных

Извлечение данных из массива происходит по тому же принципу, что и с любого одиночного носителя. Сначала программа просматривает записи файловой системы и находит объекты по ним. Углубленный поиск заключается в обнаружении на диске последовательностей, характерных для начала файлов определенных типов. Особенность восстановления данных из RAID состоит в том, что программа должна работать одновременно с несколькими дисками или образами, составляя итоговую последовательность из блоков или полос (stripes), находящихся на разных дисках.

Программ, способных восстанавливать данные из дисковых массивов, не так много. Избыточные массивы отказоустойчивы – необходимость в их восстановлении возникает крайне редко. Пользователи, которые хранят уникальные данные на массивах RAID-0, должны осознавать, что такие массивы не предназначены для этой цели. Однако на подобных массивах обычно находится временная информация типа несжатого видео, не представляющая особой ценности и которую легко воссоздать по оригиналу.

Программа R-Studio

Программа R-Studio – универсальный инструмент извлечения информации с поврежденных носителей. Программа способна строить виртуальные массивы или наборы (Virtual Volume Sets) из физических дисков, разделов на них или файлов-образов.

1. Откройте предварительно созданные образы дисков, входивших в массив: меню Drive → Open Image File (Диск → Открыть файл образа). В результате в дерево дисков с пометками Image (Образ) добавятся смонтированные образы (рис. 3.5).

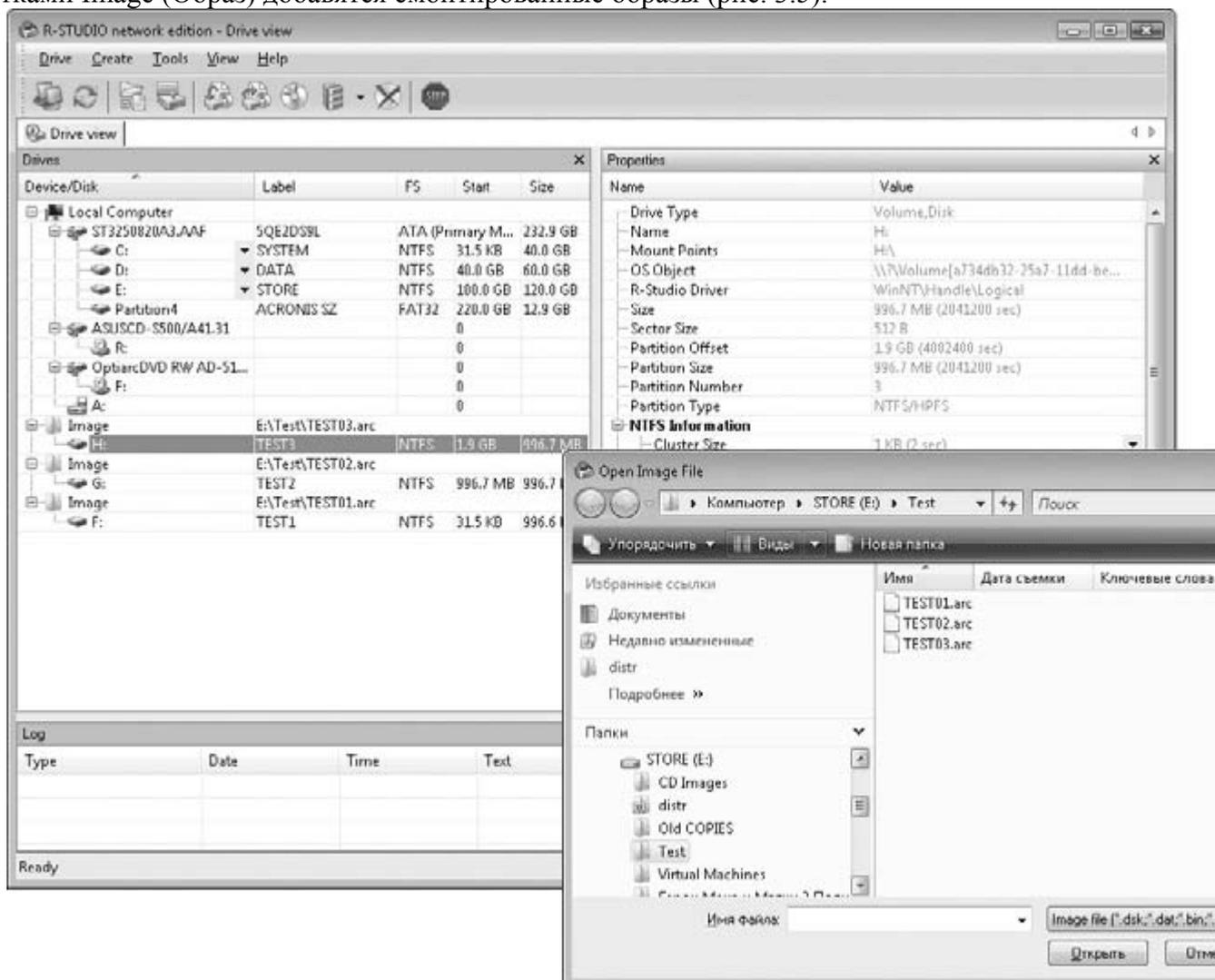


Рис. 3.5. Открытие образов дисков

Если работа ведется непосредственно с винчестерами, этот шаг пропускается.

2. Создайте виртуальный массив того же типа, что и восстанавливаемый. Выберите один из пунктов меню Create (Создать):

- Create Virtual Volume Set (Создать виртуальный набор динамических дисков или томов) – аналог программного массива;
- Create Virtual Mirror (Создать виртуальный зеркальный массив) – RAID-1;
- Create Virtual Stripe Set (Создать виртуальный массив с чередованием) – RAID-0;
- Create Virtual RAID 5 (Создать виртуальный массив RAID-5).

В дерево дисков добавится новый виртуальный массив, а при щелчке на нем кнопкой мыши в правой части окна появится панель этого виртуального набора. Панель состоит из двух вкладок:

- Properties (Свойства) – здесь приведены общие свойства всего массива;
- Parents (буквально – Родители) – на этой вкладке показываются диски, входящие в массив, и задаются параметры их объединения в набор. Вкладка Parents открыта по умолчанию, и работа в основном ведется на ней.

3. Перетащите мышью диски или открытые образы из дерева на вкладку Parents (Родители) панели виртуального набора (рис. 3.6).

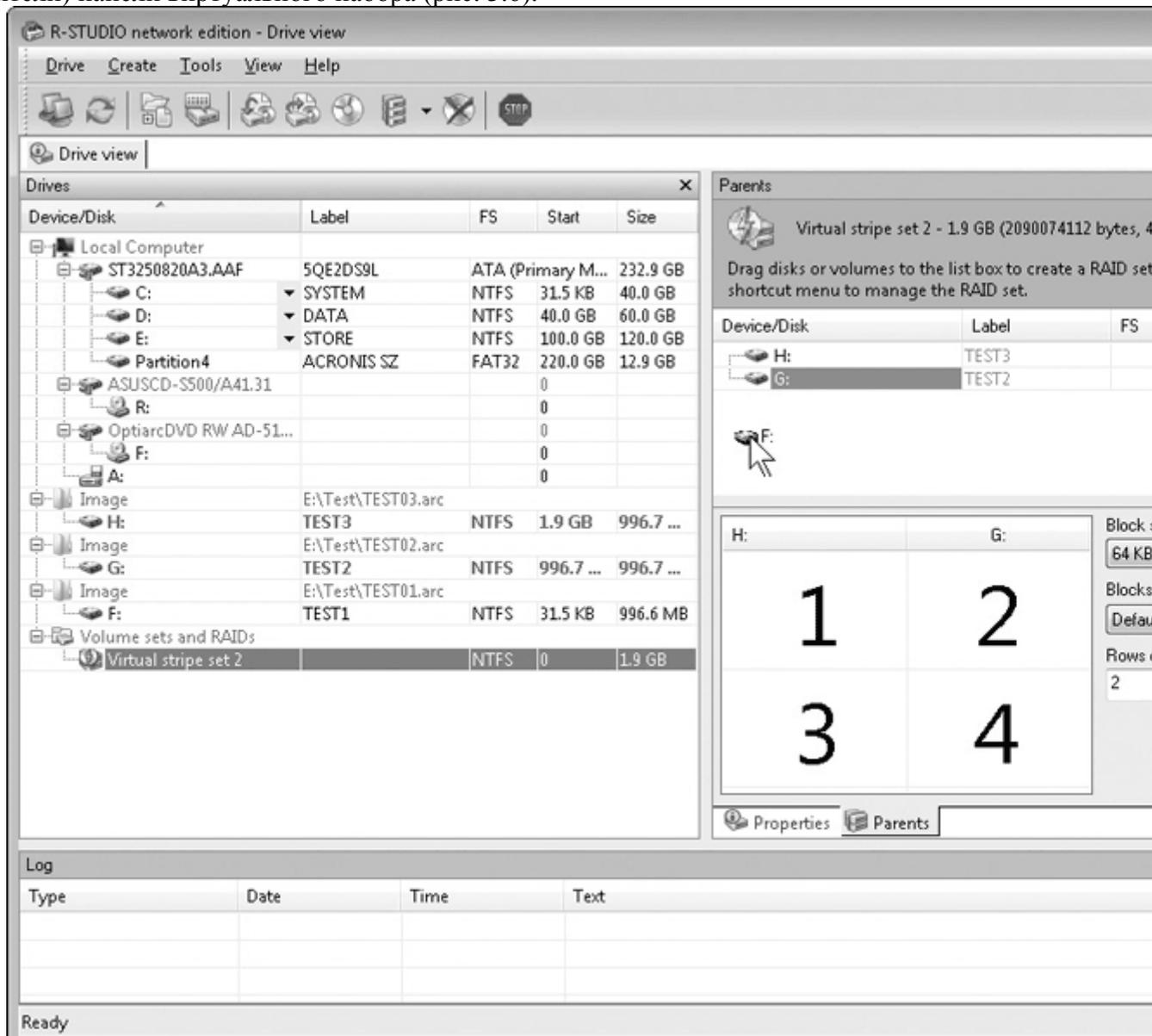


Рис. 3.6. Добавление дисков в виртуальный набор

4. В нижней части вкладки на диаграмме показывается чередование блоков в виртуальном массиве подобно схемам, описанным в начале этой главы. Справа от диаграммы задаются размер блока (Block size:), порядок чередования (Blocks order:) и число рядов при чередовании (Rows count:). Как правило, значения по умолчанию (Default) соответствуют настройкам большинства современных массивов. Для изменения порядка чередования достаточно расположить диски в нужном порядке, перетаскивая их мышью прямо в списке дисков на вкладке Parents. Это же можно сделать и на диаграмме чередования.

5. В дереве дисков щелкните правой кнопкой мыши на значке виртуального набора и в контекстном меню выберите команду Scan (Сканировать). Откроется окно Scan (Сканировать) (см. рис. 2.17).

6. Дальнейшее сканирование и сохранение найденных файлов ничем не отличается от восстановления данных с одиночного носителя, рассмотренного в предыдущей главе.

Основная проблема, с которой можно столкнуться, – неправильно заданный порядок чередования дисков, реже – неверный размер блока. В обоих случаях некоторые файлы могут даже быть найдены и извлечены, так как сигнатуры обнаружены, а дальше программа собирает файл по заданному порядку блоков. Содержимое файла окажется набором разных блоков, кроме первого, хотя каждый из фрагментов по отдельности вполне осмыслен. Если все извлеченные файлы явно повреждены и не открываются, целесообразно изменить порядок блоков или дисков в виртуальном массиве либо выбрать другой размер блока. Возможно, если исходные параметры массива были неизвестны, придется сделать несколько попыток восстановления, пока будут подбираться правильные размер блока и порядок чередования.

Программа File Scavenger

Программа File Scavenger (<http://www.quetek.com>) предназначена специально для восстановления данных из RAID, хотя хорошо работает и с любыми отдельными накопителями: винчестерами, flash-дисками, лазерными дисками. При всей внешней простоте интерфейса это приложение обладает очень гибкими возможностями и настройками. Программа относится к категории Portable Software: единственный исполняемый файл (FileScav.exe) размером всего 1,32 Мбайт можно записать на любой носитель и делать запуск прямо с него. Второй файл – файл справки. Однако несмотря на то, что в нем содержится много нужных сведений не только о работе с программой, но и о восстановлении RAID вообще, для работы этот файл не нужен, но прочитать его следует обязательно!

По умолчанию предполагается, что операционная система и программа запускаются с одного физического диска, а в RAID-массив включены остальные два или три физических диска. Тогда при запуске программа попытается определить вероятную конфигурацию массива и будет ориентироваться на нее. Но можно работать и с образами дисков, созданными другими программами, и с физическими дисками, подключенными к обычным контроллерам.

Запустите программу. В окне программы присутствуют две вкладки:

- Step 1: Search (Шаг 1: Искать). На этой вкладке задаются параметры поиска файлов и показываются найденные файлы.

- Step 2: Recover (Шаг 2: Восстановить). Пока файлы не найдены, эта вкладка неактивна. После того как на диске в процессе сканирования обнаруживаются файлы, на этой вкладке можно указать параметры восстановления найденных объектов.

Файл-образ можно создавать разными программами, и расширение его большой роли не играет. Как правило, это обычный бинарный файл, хотя некоторые программы применяют к образу алгоритм сжатия ZIP, так как нет смысла записывать в этом файле все

последовательности пустых блоков – нулей. Программа File Scavenger создает образы в файлах с расширением DSK, но способна открывать такие файлы независимо от расширения.

1. Выберите один из физических дисков или разделов в раскрывающемся списке Look in (Искать в) (рис. 3.7).

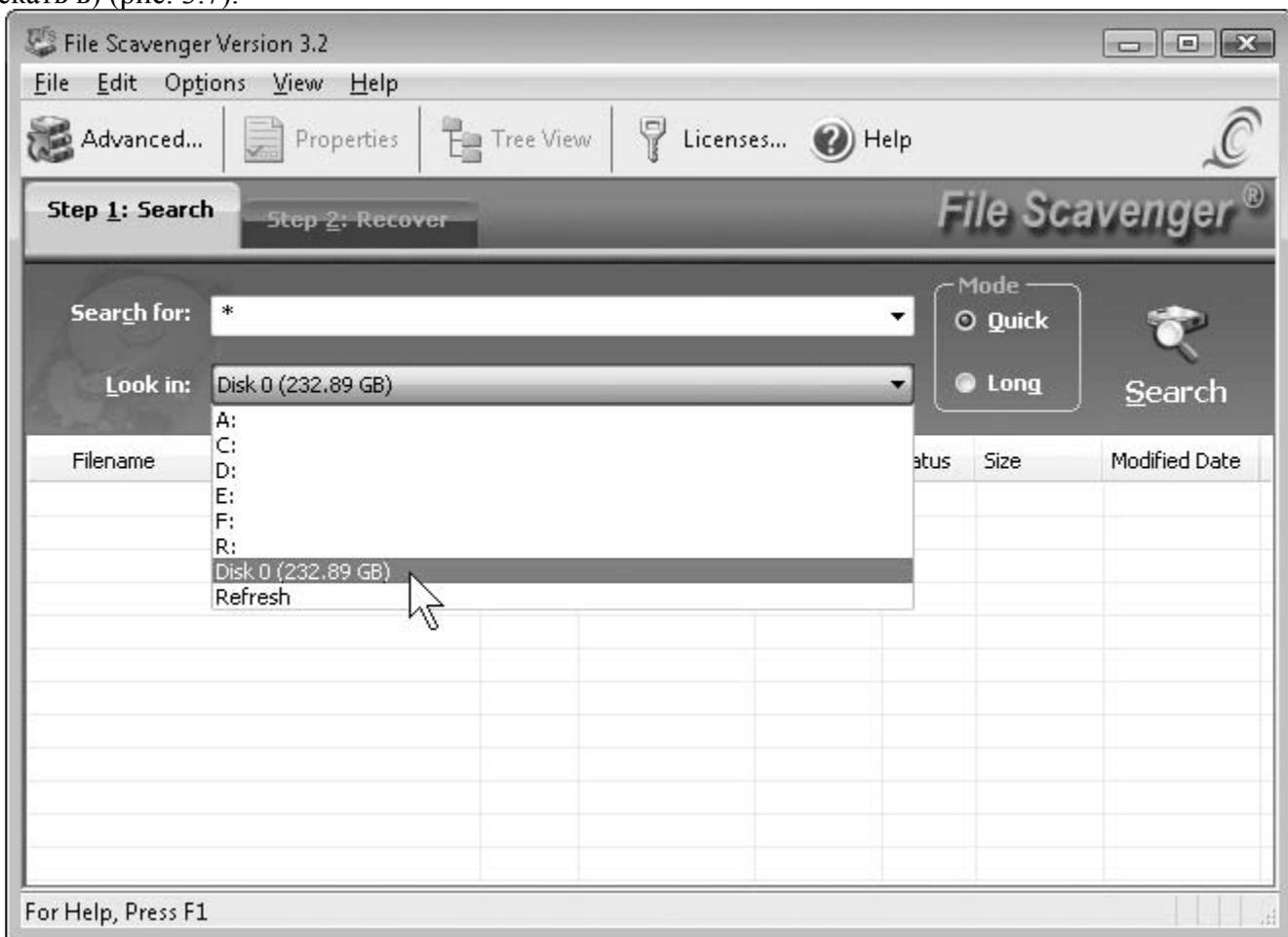


Рис. 3.7. File Scavenger – выбор диска

2. Вызовите команду меню File → Disk Image → Create (Файл → Образ диска → Создать). Появится окно Creating a disk image file (Создание файла образа диска). В нем следует обратить внимание на предупреждение о том, что образ нельзя сохранять на том же диске, образ которого создается, установить флажок, подтверждающий, что это понятно, и указать имя файла и папку, куда будет помещен образ.

По умолчанию предлагается создать двоичный (Binary) файл, однако программа умеет сохранять данные и в виде текста (Text). Последнее может быть полезно для просмотра содержимого секторов не в двоичном, а в обычном текстовом редакторе. Дополнительно можно указать первый и последний сектора для считывания лишь части диска.

Указав имя и тип файла, нажмите кнопку Create (Создать). Образ будет сохранен в заданную папку.

В описываемом примере образы с дисков RAID-0 уже сняты и хранятся в папке на первом и единственном системном диске. Остается открыть их программой File Scavenger, смонтировать виртуальный массив и извлечь из него данные.

3. Вызовите команду меню File → Disk Image → Load (Файл → Образ диска → Загрузить). Появится стандартное для Windows окно открытия файлов. Выберите в нем образы (мышью можно выделить сразу несколько файлов) и нажмите кнопку Открыть. Загруженные образы добавятся в раскрывающийся список Look in (Искать в).

4. Нажмите в окне программы кнопку



Advanced (Расширенные настройки) или выберите команду меню File → Advanced (Файл → Расширенные). Появится окно Reconstruct a broken RAID or spanned volume (Реконструировать разрушенный массив RAID или составной том). Переключатели и флажки в этом окне задают тип массива, который должен быть воссоздан (рис. 3.8).

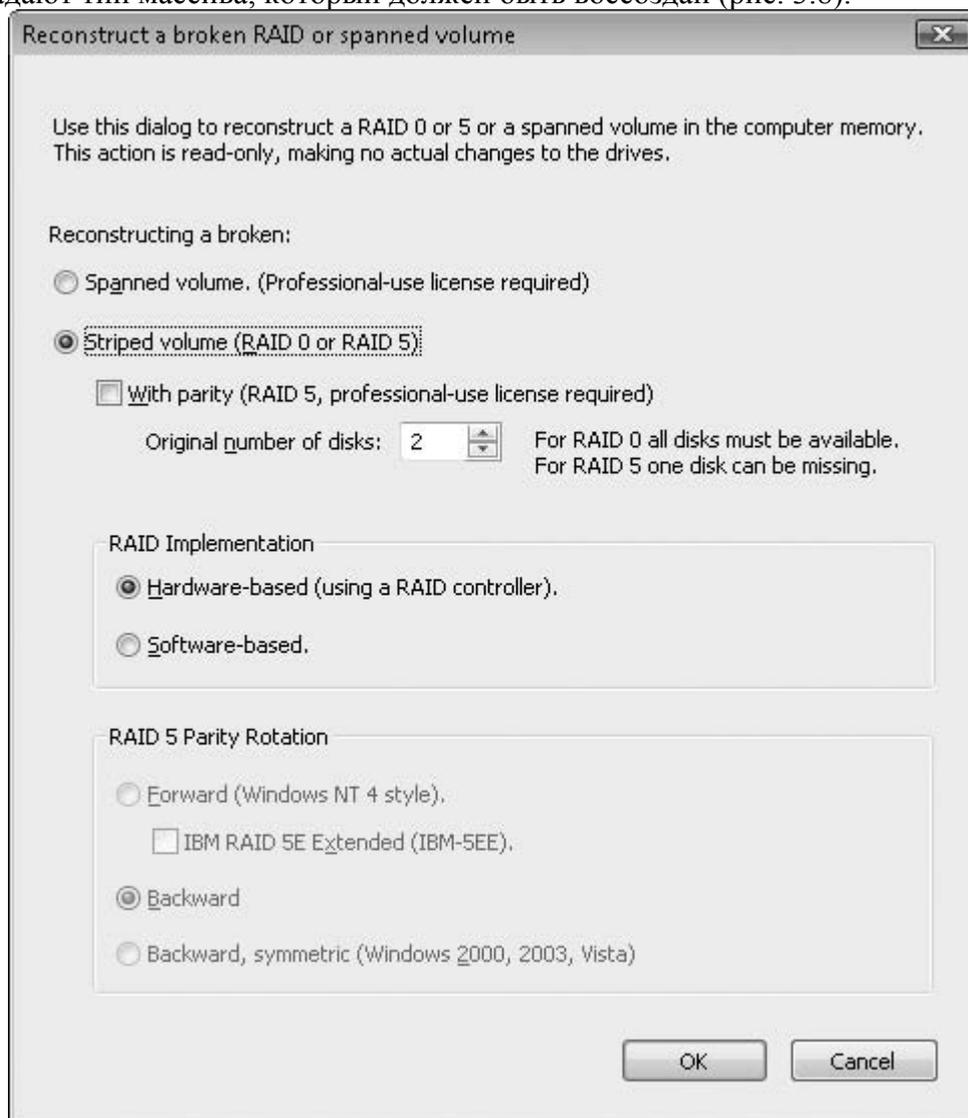


Рис. 3.8. Задание типа реконструируемого массива

5. Выберите соответствующий тип (уровень) RAID. Spanned volume – составной том, объединяющий объем нескольких дисков. Для массива следует указать переключателем RAID Implementation (Исполнение RAID) его оригинальную реализацию:

- Hardware-based (using a RAID controller) – диски принадлежали к аппаратному массиву;
- Software-based – диски изначально входили в программный массив.

Для массива уровня 5 в области RAID 5 Parity Rotation (Чередование блоков четности RAID 5) дополнительно задается порядок чередования блоков четности. Указав исходные параметры массива, нажмите кнопку ОК. Появится следующее окно, в котором можно включать диски в массив (рис. 3.9).

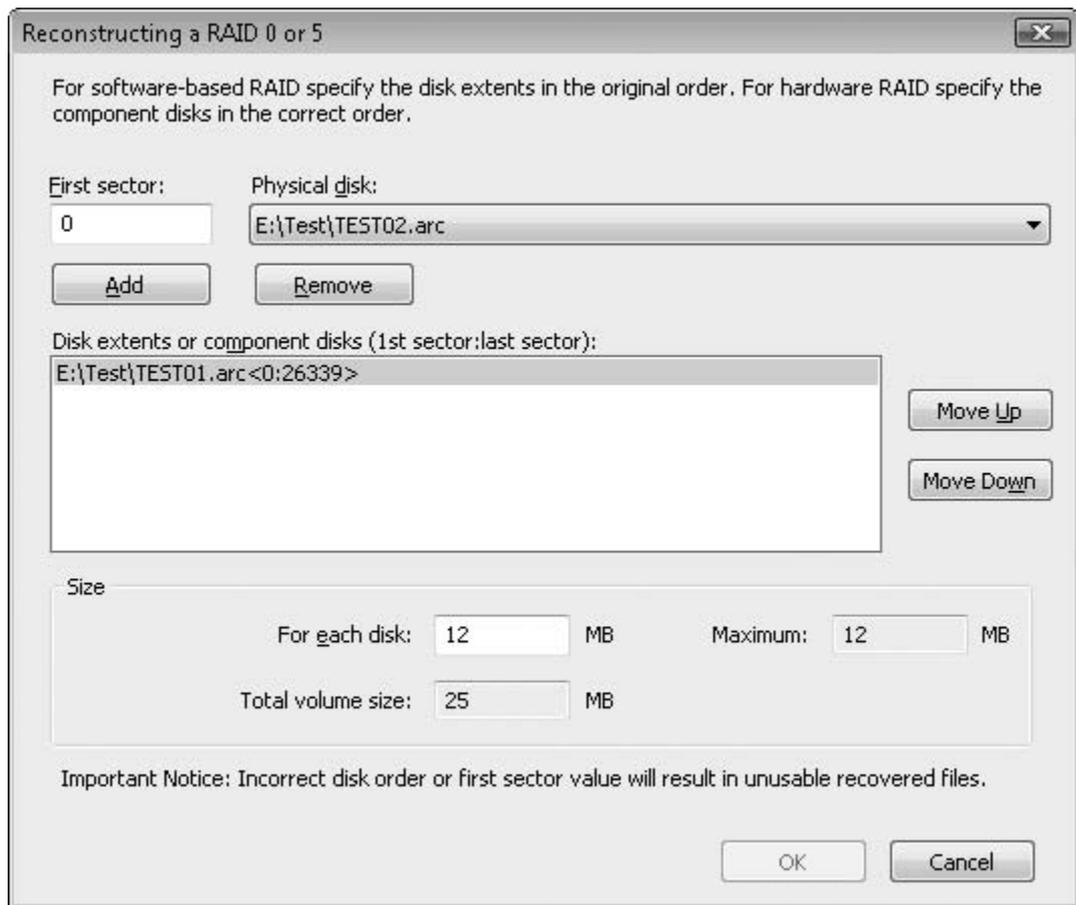


Рис. 3.9. Добавление дисков в массив

В раскрывающемся списке Physical disk (Физический диск) выберите первый диск, который нужно включить в массив. Нажмите кнопку Add (Добавить), и этот диск появится в поле Disk extents or component disks (Дисковые массивы или составные диски). Добавьте таким же способом остальные диски.

Кнопки Move Up (Переместить вверх) и Move Down (Переместить вниз) позволяют изменять порядок следования дисков внутри массива, а значит, и их чередование.

В группе Size (Размер) задается объем диска, который программа будет сканировать. Он может быть меньше или равен, но не больше истинного размера массива.

Составив таким образом виртуальный массив, нажмите кнопку ОК. Появится третье, завершающее окно.

6. В этом окне, Stripping Block Size (Размер блока чередования), задайте величину блока (по умолчанию 64 Кбайт). Дополнительно можно задать число блоков, для которого одновременно вычисляется четность. По умолчанию для подавляющего большинства контроллеров за одно действие обсчитывается один блок. Некоторые контроллеры, например HP/Compaq, обрабатывали группы из 16 блоков, но такие контроллеры сейчас редкость.

Задав названные параметры (или оставив их значения по умолчанию), нажмите кнопку ОК. Новый виртуальный массив добавится в раскрывающийся список дисков Look in (Искать в).

7. Выберите этот созданный массив в раскрывающемся списке Look in (Искать в). Установите переключатель Mode (Режим) в одно из положений:

- Quick (Быстрый) – быстрый поиск по записям файловой системы;
- Long (Долгий) – долгий поиск по сигнатурам файлов по всему диску.

8. Нажмите кнопку Search (Искать). Появится окно Determining the Boot Sector (Указание загрузочного сектора), в котором можно указать номер загрузочного сектора. С этого сектора начнется поиск, и, если неизвестен реальный номер, оставьте значение по умолчанию (0). Нажмите в окне кнопку ОК. Еще в одном окне программа предлагает

игнорировать корректно удаленные файлы (Yes, Skip deleted files) или показывать их (No, Display deleted files). Нажмите кнопку ОК и ждите, пока программа просканирует виртуальный RAID-массив в поисках существующих и потерянных файлов.

9. По окончании поиска в окне программы на вкладке появится список найденных объектов. Чтобы просмотреть этот список в виде дерева файлов и папок, нажмите на панели инструментов кнопку



Tree View (Просмотр в виде дерева).

Напротив каждого файла в колонке Status (Состояние) показывается прогноз на восстановление: Good (Хороший) или Poor (Плохой).

10. Перейдите на вкладку Step 2: Recover (Шаг 2: Восстановить) (рис. 3.10). Укажите в поле Destination folder (Папка назначения) директорию, в которую следует сохранить восстановленные файлы. Чтобы сохранить всю структуру файлов и папок, установите флажок Use folder names (Использовать имена папок).

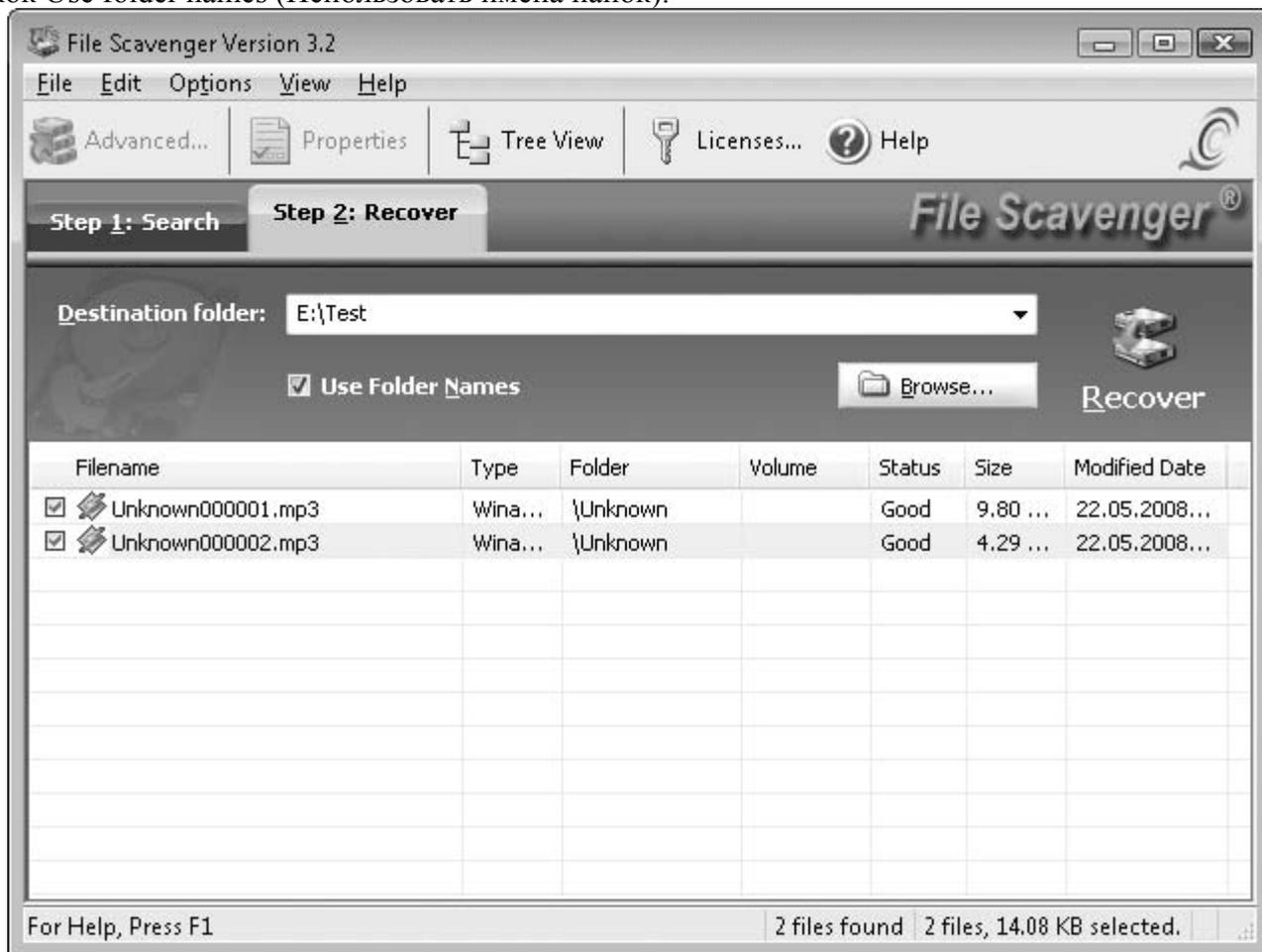


Рис. 3.10. Вкладка Step 2: Recover (Шаг 2: Восстановить)

11. Установите в рабочей области окна флажки напротив тех файлов, которые следует извлечь. Нажмите большую кнопку Recover (Восстановить). Выбранные файлы будут извлечены из виртуального массива в папку, указанную в поле Destination folder (Папка назначения).

Поскольку сканирование больших массивов может продолжаться очень долго, в программе предусмотрено сохранение промежуточных результатов. Команда меню File → Session → Save (Файл → Сессия → Сохранить) позволяет сохранить текущее состояние сканирования в файл, а команда File → Session → Load (Файл → Сессия → Загрузить) загружает сохраненную сессию, чтобы продолжить сканирование дальше.

Благодаря небольшому объему, портативности и универсальности эта программа может

занять достойное место на flash-диске любого пользователя. Конечно, полностью заменить мощный пакет R-Studio она не сможет, но для экстренного восстановления данных очень удобна.

Отдельные случаи восстановления

Ранее был рассмотрен долгий путь восстановления данных из RAID-массива: подключение дисков к обычному контроллеру по-одному, создание их образов, сборка виртуального массива и извлечение из него файлов. Это универсальная, наиболее безопасная, но не всегда самая эффективная тактика. На практике, если массив не несет на себе загрузочный и системный диск, можно использовать другие способы восстановления. Выбор зависит от решения вопроса: разрушен массив или только поврежден? Ответ можно найти в оснастке Управление дисками консоли MMC.

Восстановление данных из поврежденных массивов

Если массив поврежден, то есть показан в оснастке Управление дисками как один диск, а сами диски физически исправны, проще всего обратиться к этому массиву как к обычному диску. Поскольку контроллер правильно распределяет блоки по винчестерам при записи и чтении, при восстановлении данных можно не думать о том, что работа ведется с RAID-массивом.

В таком случае будет работать любая из программ для извлечения данных с обычных дисков. Эффективность целиком зависит от алгоритма поиска и воссоздания данных, используемых этой программой. В программах R-Studio, File Scavenger, Easy Recovery и других следует выбрать физический диск, которым массив представляется операционной системе. Дальнейшие действия в точности повторяют те, которые были рассмотрены в предыдущей главе.

Восстановление данных из разрушенных массивов

Когда массив разрушен, входившие в него диски показываются в оснастке Управление дисками каждый отдельно. Если при этом контроллер и сами диски аппаратно исправны, стоит обратиться к ним программами R-Studio или File Scavenger и построить из этих физических дисков виртуальный массив.

Если почти весь большой объем дисков занят данными, следует работать непосредственно с дисками, а не с их образами. Для сохранения двух или четырех образов может понадобиться очень большой винчестер. При возникновении проблем на аппаратном уровне нужно быстро снять образ с неисправного дисководов и отключить его. Впоследствии виртуальный массив легко собрать из функционирующего винчестера и образа, так как для программы и то и другое – всего лишь последовательность секторов.

Извлечение данных из RAID-0

Если один из дисков чередующегося массива вышел из строя и ему требуется ремонт в специальных условиях, можно попытаться сначала извлечь данные со второго винчестера. При обнаружении в извлеченной информации нужных данных необходимость в дорогостоящем ремонте винчестера может отпасть.

На уцелевшем винчестере наверняка сохранились все файлы, размер которых меньше или равен размеру блока (stripe), если в ходе чередования они попали на этот диск. Их обнаружит сканирование программами R-Studio или Easy Recovery. По умолчанию размер блока равен 64 Кбайт, поэтому на извлечение баз данных, картинок, фильмов и большинства

документов Microsoft Office рассчитывать не стоит, хотя многие текстовые файлы в эту категорию попадут.

Резюме

Главная особенность RAID-массивов в том, что данные в них распределены между несколькими физическими носителями. Конкретный способ такого распределения называют уровнем RAID. Массивы RAID-0 заметно уступают в надежности любому из входящих в них дисков и не предназначены для хранения важных данных. В избыточных массивах при аварии одного из дисков информация почти всегда может быть восстановлена средствами самого контроллера. Для этого необходимо лишь заменить неисправный винчестер и запустить процедуру воссоздания его содержимого, заложенную в микропрограмму контроллера.

При появлении логических или физических ошибок на отдельных дисках массив оказывается поврежден. Данные из поврежденного, но неразрушенного массива почти всегда могут быть восстановлены так же, как и с одиночного жесткого диска, и теми же программами. Другой способ восстановления – подключение дисков из массива к обычному контроллеру и программное воссоздание RAID средствами программ, рассчитанных на такую эмуляцию (File Scavenger или R-Studio).

В редких случаях (при утрате контроллером текущих настроек набора дисков) RAID разрушается. Разрушенный массив перестает восприниматься системой как единый диск, и для извлечения информации из него необходимо подключить диски к обычному контроллеру и воссоздать массив средствами названных программ.

Для программного восстановления RAID подходят не только физические диски, входившие в массив, но и их образы. Работа с образом предпочтительна при возникновении проблем на аппаратном уровне одного из винчестеров массива, однако для размещения образов нескольких дисков нужен носитель достаточной емкости.

Глава 4

Восстановление данных с flash-накопителей

- Принцип работы и устройство flash-памяти
- Причины потери данных
- Восстановление данных, потерянных из-за физических неисправностей
- Восстановление данных, потерянных из-за логических неисправностей
- Восстановление информации с SIM-карт
- Резюме

В этой главе речь пойдет о различных устройствах хранения, основанных на *flash-памяти* (Flash Memory). Иначе их еще называют *твердотельными*, или *полупроводниковыми* накопителями, подчеркивая, что внутри такого накопителя отсутствуют подвижные детали, а информация хранится в полупроводниковом кристалле.

Самый типичный представитель полупроводниковых носителей информации – flash-диск. Сегодня эти носители информации полностью вытеснили дискеты и начинают постепенно теснить лазерные диски благодаря своим габаритам. Flash-память всерьез рассматривается и как альтернатива жестким дискам ноутбуков – первые образцы уже поступили в широкую продажу. Карты памяти разных типов – обязательный атрибут любой карманной техники: фотоаппаратов, видеокамер, плееров, мобильных телефонов. Особняком стоят SIM-карты мобильных телефонов. Несмотря на микроскопические размеры, это очень сложное устройство – целый микрокомпьютер, и лишь часть его памяти выделена для

хранения пользовательских данных.

Восстановление данных с полупроводниковых носителей не столь актуально, как с винчестеров: они редко становятся основным и единственным местом хранения важной информации. Как правило, на flash-диски данные откуда-то переписываются и в исходном расположении обычно остается оригинал. Уникальными могут оказаться данные на картах памяти фотоаппаратов – действительно первая и единственная копия.

Принцип работы и устройство flash-памяти

В основе любой flash-памяти лежит кристалл кремния, на котором сформированы не совсем обычные полевые транзисторы. У такого транзистора есть два изолированных затвора: управляющий (control) и плавающий (floating). Последний способен удерживать электроны, то есть заряд. В ячейке, как и у любого полевого транзистора, есть сток и исток (рис. 4.1). В процессе записи на управляющий затвор подается положительное напряжение, и часть электронов, движущихся от стока к истоку, отклоняется к плавающему затвору. Некоторые из электронов преодолевают слой изолятора и проникают (диффундируют) в плавающий затвор. В нем они могут оставаться в течение многих лет.

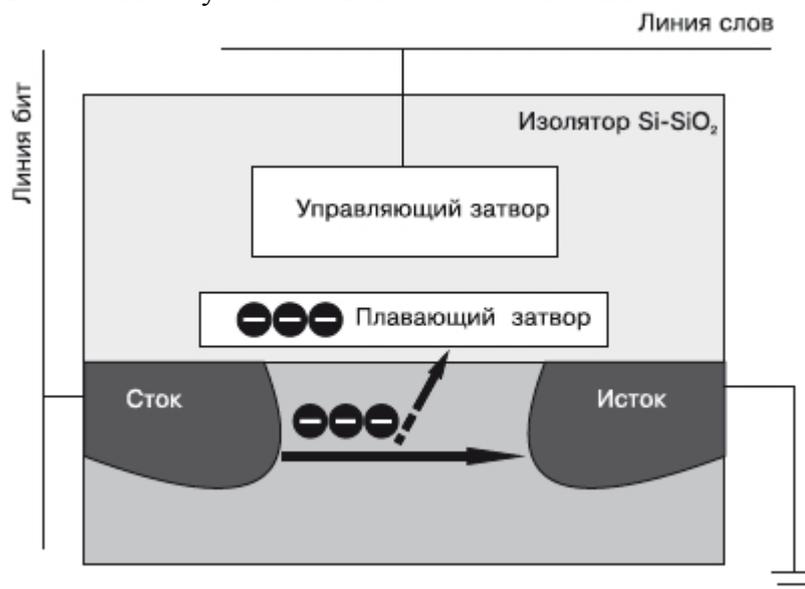


Рис. 4.1. Ячейка flash-памяти

Концентрация электронов в области плавающего затвора определяет одно из двух устойчивых состояний транзистора – ячейки памяти. В первом, исходном, состоянии количество электронов на плавающем затворе мало, а пороговое напряжение открытия транзистора относительно невысоко (логическая единица). Когда на плавающий затвор занесено достаточное количество электронов, транзистор оказывается во втором устойчивом состоянии. Напряжение открытия его резко увеличивается, что соответствует логическому нулю. При считывании измеряется пороговое напряжение, которое нужно подать на сток для открытия транзистора. Для удаления информации на управляющий затвор кратковременно подается отрицательное напряжение, и электроны с плавающего затвора диффундируют обратно на исток. Транзистор вновь переходит в состояние логической единицы и остается в нем, пока не будет произведена очередная запись. Примечательно, что во flash-памяти один транзистор хранит один бит информации – он и является ячейкой. Весь процесс «запоминания» основан на диффузии электронов в полупроводнике. Отсюда следуют два не очень оптимистичных вывода.

- Время хранения заряда очень велико и измеряется годами, но все же ограничено: законы термодинамики и обратной диффузии.
- По той же причине ограничено число циклов записи-перезаписи: от ста тысяч до

нескольких миллионов. Со временем неизбежно происходит деградация самого материала и р-п-переходов. Например, карты Kingston Compact Flash рассчитаны на 300 000 циклов перезаписи, Transcend Compact Flash – на 1 000 000, а flash-диск Transcend 1Gb USB – всего на 100 000.

Существуют две архитектуры flash-памяти. Они отличаются способом обращения к ячейкам и, соответственно, организацией внутренних проводников.

- Память **NOR** (ИЛИ-НЕ) позволяет обращаться к ячейкам по одной. К каждой ячейке подходит отдельный проводник. Адресное пространство NOR-памяти позволяет работать с отдельными байтами или словами (2 байта). Такая архитектура накладывает серьезные ограничения на максимальный объем памяти на единице площади кристалла. Память **NOR** сегодня используется лишь в микросхемах BIOS и других ПЗУ малой емкости, например в сотовых телефонах.

- В памяти архитектуры **NAND** (И-НЕ) каждая ячейка оказывается на пересечении «линии бит» и «линии слов». Ячейки группируются в небольшие блоки по аналогии с кластером жесткого диска. И считывание, и запись осуществляются лишь целыми блоками или строками. Все современные съемные носители построены на памяти **NAND**.

Крупнейшими производителями **NAND** -чипов являются компании Intel, Micron Technology, Sony и Samsung. Ассортимент выпускаемых чипов довольно велик, а обновление его происходит несколько раз в год.

Контроллеры

Для управления чтением и записью служит контроллер памяти. В настоящее время контроллер всегда выполняется в виде отдельного элемента (это либо микросхема одного из стандартных форм-факторов, либо бескорпусный чип, встраиваемый в карту памяти), хотя ведутся работы по интеграции контроллера непосредственно в кристалл flash-памяти.

Контроллеры разрабатываются и выпускаются под совершенно определенные микросхемы flash-памяти. Способ адресации ячеек конструктивно заложен в контроллере. Данные при записи в микросхему flash-памяти располагаются определенным способом, меняющимся от модели к модели. Производители эти тонкости не раскрывают и, по всей видимости, раскрывать не планируют. Очевидно, микропрограмм контроллеров создается значительно больше, чем самих моделей контроллеров. Микропрограмма контроллера (прошивка) и таблица трансляции адресов (транслятор) записываются в служебную область flash-памяти. Именно эту область контроллер начинает считывать сразу после подачи на него питания. Кроме собственно адресации ячеек, контроллер выполняет ряд других функций: функции контроля bad-секторов, коррекции ошибок (ECC – error check and correct) и равномерности износа ячеек (wear leveling).

Технологической нормой при изготовлении микросхем памяти считается наличие в них в среднем до 2 % нерабочих ячеек. Со временем их количество может еще увеличиваться, поэтому, как и в винчестерах, во flash-памяти предусмотрен резервный объем. Если появляется дефектный сектор, контроллер в процессе форматирования или записи подменяет его адрес в таблице размещения файлов адресом сектора из резервной области. Коррекция осуществляется контроллером, но реализуется на уровне файловой системы конкретного носителя.

Из-за ограниченного ресурса ячеек (порядка нескольких миллионов циклов чтения/записи для каждой) в контроллер заложена функция учета равномерности износа. Чтобы запись информации осуществлялась равномерно, свободное пространство условно разбивается на участки, и для каждого из них учитывается количество операций записи. Статистика циклов заносится в скрытую служебную область памяти, и за этими сведениями контроллер периодически обращается к ней. На адресацию это не влияет.

Конструкция flash-диска USB

Несмотря на разнообразие корпусов, все flash-диски USB устроены одинаково. Половинки корпуса часто соединены защелками и обычно легко разбираются. Исключение составляют водонепроницаемые или ультрамодные корпуса – для их вскрытия иногда приходится разрезать склеенные или залитые герметиком детали.

На плате внутри flash-диска USB (рис. 4.2) обязательно присутствуют две микросхемы: чип памяти и контроллер. На обеих нанесена заводская маркировка. Иногда плата несет два чипа flash-памяти, которые работают в паре. Обвязка микросхем состоит из нескольких резисторов и диодов, стабилизатора питания и кварцевого резонатора. В последнее время стабилизатор все чаще встраивается непосредственно в контроллер, и число навесных элементов сокращается до минимума. Кроме того, на плате могут находиться светодиодный индикатор и миниатюрный переключатель для защиты от записи.



Рис. 4.2. Устройство flash-диска

Разъем USB припаян непосредственно к плате. Места пайки контактов во многих моделях являются довольно уязвимыми, поскольку на них приходится механическая нагрузка при подключении и отключении устройства.

Виды и конструкция карт памяти

Многие компании время от времени предлагали пользователям разные конструкции карт памяти. За редкими исключениями все они несовместимы между собой по числу и расположению контактов и электрическим характеристикам. Flash-карты бывают двух типов: с параллельным (parallel) и последовательным (serial) интерфейсом.

В табл. 4.1 перечислены 12 основных типов карт памяти, которые встречаются в настоящее время. Внутри каждого типа существуют свои дополнительные разновидности, с учетом которых можно говорить о существовании почти сорока видов карт.

Таблица 4.1. Типы карт памяти

Тип карты памяти	Габаритные размеры (мм)	Максимальная конструктивная емкость	Интерфейс
CompactFlash (CF)	42,8 × 36,4 × 3	128 Гбайт	Параллельный 50 контактов
Mini SD	20 × 21,5 × 1,4	4 Гбайт	Последовательный 9 контактов
MultiMedia Card (MMC)	24 × 32 × 1,4	4 Гбайт	Последовательный 7 контактов
RS MMC	24 × 18 × 1,4	4 Гбайт	Последовательный 7 контактов
High speed MMC	24 × 32 × 1,4	4 Гбайт	Последовательный 13 контактов
Memory Stick	21,5 × 50 × 2,8	256 Мбайт	Последовательный 10 контактов
Memory Stick PRO	21,5 × 50 × 2,9	2 Тбайт	Последовательный 10 контактов
Memory Stick Duo	21,5 × 31 × 2,8	2 Тбайт	Последовательный 10 контактов
SmartMedia (SSFDC)	45 × 37 × 0,76	128 Мбайт	Параллельный 22 контакта
xD-Picture Card	20 × 25 × 1,7	8 Гбайт	Параллельный 22 контакта
T-Flash	15 × 11 × 1,0	4 Гбайт	Последовательный 8 контактов

Карты MMC могут работать в двух режимах: MMC (MultiMedia Card) и SPI (Serial Peripheral Interface). Режим SPI является частью протокола MMC и используется для коммуникации с каналом SPI в микроконтроллерах компании Motorola и некоторых других производителей.

В слот для карты SD (Secure Digital) можно вставить карту MMC (MultiMedia Card), но не наоборот. В контроллер карты SD заложено аппаратное шифрование данных, а сама память снабжена специальной областью, в которой хранится ключ шифрования. Сделано это для того, чтобы препятствовать нелегальному копированию музыкальных записей, для хранения и продажи которых и задумывался такой носитель. На карте сделан переключатель защиты от записи (write protection switch).

Карты CompactFlash (CF) можно легко вставить в разъем PCMCIA Type II. Несмотря на то что у PCMCIA 68 контактов, а у CF – только 50, конструкция карт CompactFlash обеспечивает полную совместимость и обладает всеми функциональными возможностями формата PCMCIA-ATA.

Все карты памяти Memory Stick (стандарт корпорации Sony) относительно совместимы между собой. Стандартом теоретически предусмотрен объем карты памяти до 2 Тбайт, хотя в реальности емкость достигает единиц гигабайт.

Карты SmartMedia практически не используются, но их можно встретить в очень старых фотоаппаратах, хотя это был единственный стандарт, в котором контроллер находился не внутри карты, а в устройстве считывания.

Конструкция карт памяти неразборная – это непригодное для ремонта устройство. Бескорпусные микросхемы вместе с выводами залиты в компаунд и все вместе спрессованы в пластиковую оболочку. Добраться до кристалла можно лишь путем вскрытия устройства, но при этом почти неизбежно повреждение проводников.

Устройства считывания

Для считывания flash-диска USB достаточно обычного порта USB: подобные устройства благодаря своему контроллеру видятся компьютером как стандартный съемный диск. Контроллеры всех карт памяти обращены вовне последовательными или параллельными интерфейсами – контактами на карте. Для каждого из этих интерфейсов нужен соответствующий переходник – дополнительный контроллер, согласующий этот интерфейс со стандартным портом USB.

Кард-ридер – устройство, состоящее из одного или нескольких подобных контроллеров, преобразователя питания и разъемов для разных карт памяти (рис. 4.3). Питание осуществляется от источника +5 В через кабель USB.



Чаще всего встречаются «комбайны», рассчитанные на несколько типов карт: от 6 до 40. Слотов в кард-ридере гораздо меньше, так как каждый слот используется для нескольких типов карт, близких по размерам и расположению контактов. По своим характеристикам они практически равноценны, а отличаются, главным образом, числом поддерживаемых типов карт и конструкцией.

Логическая организация

Прежде чем перейти к файловым системам flash-накопителей, нужно вспомнить об архитектуре NAND. В этой часто используемой памяти и чтение, и запись, и удаление информации происходит лишь блоками.

На жестких и гибких дисках величина блока составляет 512 байтов, не считая 95 служебных байтов, которые видны только контроллеру винчестера. Все файловые системы создавались именно с учетом этих значений. Проблема в том, что во flash-памяти величина блока стирания, за редким исключением, не совпадает с величиной стандартного дискового сектора в 512 байтов и обычно составляет 4, 8 и даже 64 Кбайт. С другой стороны, для обеспечения совместимости блок чтения/записи должен совпадать с величиной дискового сектора.

Для этого блок стирания разбивается на несколько блоков чтения/записи с размером 512 байтов. На практике блок чуть больше: кроме 512 байтов для данных, в нем еще есть хвост (Tail) длиной 16 байтов для служебной информации о самом блоке. Физическое расположение и количество блоков чтения/записи ничем не ограничены. Единственное ограничение – блок чтения/записи не должен пересекать границу блока стирания, так как он не может принадлежать двум разным блокам стирания.

Блоки чтения/записи делятся на три типа: действительные, недействительные и дефектные. Блоки, которые содержат записанные данные и принадлежат какому-либо файлу, являются действительными. Использованные блоки с устаревшей информацией считаются недействительными и подлежат очистке. Категорию дефектных составляют блоки, не поддающиеся записи и стиранию.

Еще одна особенность flash-памяти состоит в том, что запись информации возможна

только на предварительно очищенное от предыдущей информации пространство. Когда необходимо записать информацию, микропрограмма контроллера должна решить, какие недействительные блоки нужно перед этим стереть. В большей части микропрограмм вопрос удаления недействительных блоков решается простейшим способом: как только определенная часть емкости flash-диска оказывается заполнена информацией, автоматически запускается механизм очистки недействительных блоков.

Для увеличения срока службы памяти используется технология управления износом (Wear-leveling Control), которая продлевает жизненный цикл кристалла памяти за счет равномерного распределения циклов записи/стирания блоков памяти. Побочный эффект – выход из строя одного блока памяти – не сказывается на работе остальных блоков памяти того же кристалла. Неподвижные блоки принадлежат файлам, которые долго или вообще никогда не изменялись и не перемещались. Наличие неподвижных блоков данных приводит к тому, что оставшаяся часть ячеек подвергается усиленному износу и быстрее расходует свой ресурс. Микропрограмма учитывает такие блоки и по мере необходимости перемещает их содержимое в другие ячейки.

Файловые системы flash-дисков и карт памяти, на первый взгляд, хорошо знакомы пользователям по жестким и гибким дискам. Это **FAT16**, реже **FAT32**: именно так предлагает отформатировать диск операционная система Windows. Стандартными средствами Windows XP и Windows Vista диск можно отформатировать даже в систему **NTFS**! Для этого нужно предварительно зайти в Диспетчер устройств и в окне свойств подключенного flash-диска на вкладке Политика выбрать значение Оптимизация для быстрого выполнения. Специальные программы от производителей, например HP USB Disk Storage Format Tool, позволяют форматировать flash-диски в NTFS и без таких усилий.

Однако это впечатление обманчиво. Файловая система flash-памяти (Flash File System, FFS) лишь эмулирует обычный дисковый накопитель и состоит из блоков управления и блока инициализации. На самом деле об истинном расположении и адресации блоков памяти знает только контроллер flash-диска или карты памяти.

Это очень существенно при разных способах восстановления содержимого микросхемы flash-памяти. При считывании микросхемы памяти через ее «родной» контроллер в файле образа оказывается последовательность блоков в порядке их номеров или смещений. В начале находится заголовок и таблица файловой системы. Если же считывание производится на программаторе, в начальных блоках дампа расположена служебная информация, а блоки с данными перемешаны почти беспорядочно. При этом служебная информация вряд ли будет полезна, поскольку она всецело зависит от модели контроллера и его прошивки – правильную последовательность блоков приходится составлять с большим трудом.

Некоторые фотоаппараты работают только с файловой системой **RAW**. Способ записи фотографий на носитель с такой файловой системой, а также особенности форматирования самой карты зависят от модели аппарата и даже прошивки той или иной модели. Этот формат не стандартизирован и имеет много разновидностей. Обычно данные с таких карт могут восстановить лишь сервисные программы от изготовителя фотокамеры, а в качестве кард-ридера желательно использовать сам фотоаппарат.

Нововведением является файловая система **exFAT** (Extended FAT – расширенная FAT). Поддержка этой специально разработанной для flash-дисков файловой системы впервые появилась в Windows Embedded CE 6.0. С exFAT работает и Windows Vista Service Pack 1 (рис. 4.4).

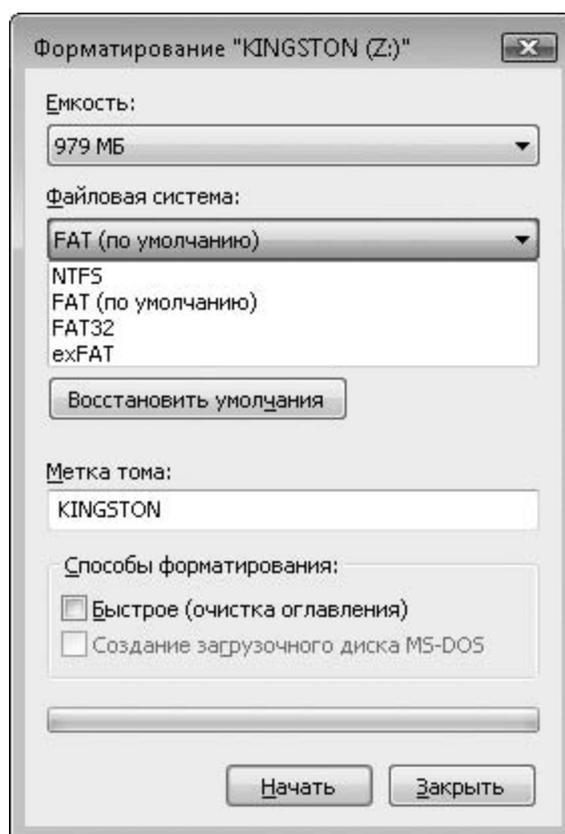


Рис. 4.4. Окно форматирования flash-диска в Windows Vista SP1

Назначение новой файловой системы – постепенная замена FAT и FAT32 на flash-накопителях. В ней заложены некоторые черты, ранее присущие файловой системе NTFS:

- преодолено ограничение в размере файла в 4 Гбайт: теоретически лимит составляет 2^{64} байтов (16 эксабайтов);
- улучшено распределение свободного места за счет введения битовой карты свободного места, что уменьшает фрагментацию диска;
- снят лимит на количество файлов в одной директории;
- введена поддержка списка прав доступа. flash-диска в Windows Vista SP1

Насколько скоро эта файловая система станет нормой для «флэшек», покажет время. Видимо, это произойдет не раньше, чем все перейдут на ОС Windows Vista.

Причины потери данных

Твердотельная память, по своей сути, в пределах срока службы должна быть надежнее любых носителей с подвижными частями, однако данные на ней теряются очень часто. Связано это, в первую очередь, с характером эксплуатации. Статистика показывает, что среди причин потери или недоступности данных на первое место по частоте выходит «человеческий фактор».

- Логические ошибки – в основном результат некорректного извлечения устройства.
- Механические поломки и воздействие жидкости.
- Электрические повреждения – результат некорректного подключения устройства. Неправильно подключенные колодки кабеля от дополнительных гнезд USB на передней панели превращают компьютер в настоящего «убийцу» flash-дисков, а для неопытного пользователя причина сгорания flash-дисков одного за другим долго остается непонятной.
- Сбои контроллера – результат воздействия статического электричества.
- Сбои и деградация flash-памяти – единственная технически оправданная причина.

Физические нарушения

Как и в случае с жесткими дисками, дефект ячеек хранения ведет к полной утрате информации, а все остальные случаи – просто к ее недоступности. Между интерфейсом компьютера и ячейками памяти последовательно лежат контакты разъема, контроллер, миниатюрные проводники печатной платы. Питаются обе микросхемы через общий стабилизатор напряжения.

- Последствия повреждения контактов USB очевидны. При повреждении, коррозии или сильном загрязнении контактов карт памяти карта, скорее всего, тоже не распознается кард-ридером. Для карт памяти с многочисленными контактами параллельного интерфейса возможна и ситуация, когда загрязнение контактной площадки приводит к сбоям при обращении к карте, хотя как устройство она распознается.

- Перегорание элементов обвязки flash-диска USB проявляется тем, что брелок перестает как-либо распознаваться компьютером: обе микросхемы остаются без питания. Это тоже достаточно простой случай. Если стабилизатор встроен внутрь контроллера, ситуация усугубляется: случайное изменение полюсов питания почти всегда приводит к перегоранию стабилизатора, но в данном случае это означает и поломку контроллера в целом.

- Неисправность контроллера почти неизбежно приводит к недоступности карты или flash-диска. В отдельных случаях, особенно при повреждении микропрограммы, карта теряет лишь отдельные функции, например запись.

- Порча микросхемы flash-памяти чаще всего проявляется недоступностью определенных блоков, хотя остальные блоки читаются и записываются нормально. Информация из этих блоков восстановлению уже не подлежит.

Логические нарушения

Если накопитель исправен физически, но представляется как пустой или неформатированный, а находящиеся на нем данные не видны операционной системе, то в данном случае повреждены служебные таблицы файловой системы.

Данные почти всегда остаются на месте, и их можно попытаться восстановить с помощью программ, находящих файлы по их сигнатурам. Наряду с известными и универсальными пакетами R-Studio и EasyRecovery, описанными в главе 2, существует множество программ, специально предназначенных для работы с картами памяти и извлечению из них, в первую очередь, фотографий.

Восстановление данных, потерянных из-за физических неисправностей

Диагностика физических причин потери данных на flash-накопителях довольно проста. Некоторые шаги в процессе диагностики являются и началом восстановления данных.

1. Если карта памяти не распознается или не читается, прежде всего, вставьте ее в другой кард-ридер. Таким образом сразу исключаются причины сбоя, связанные с устройством чтения.

2. Осмотрите карту на наличие механических повреждений. Внимательно с лупой изучите контактные площадки. Протрите их этиловым или изопропиловым спиртом. Напряжения и токи в интерфейсе очень малы, и для возникновения ошибки достаточно небольшого загрязнения.

Если используется flash-диск USB, целесообразно сразу разобрать его и осмотреть разъем с контактами и плату. Здесь будут видны и дефекты пайки, и подгоревшие элементы обвязки.

3. При попадании flash-диска в воду следует как можно скорее разобрать его, промыть под струей водопроводной воды, а затем тщательно ополоснуть в дистиллированной воде. Для промывки очень полезна ультразвуковая ванночка. Сушить подобные устройства нужно при температуре не выше 60 °С в течение нескольких часов. Если электрохимическая коррозия не слишком велика, такого «ремонта» окажется достаточно. Без промывки и до полного высыхания карту или flash-диск, побывавшие в жидкости, категорически нельзя подключать даже кратковременно!

4. Подключив flash-диск в порт USB, проследите за определением устройства операционной системой:

- если вообще ничего не происходит, значит, причина сбоя кроется в контактах, схеме питания или контроллере, что менее вероятно;
- если началось определение устройства, значит, контакты и схема питания, скорее всего, исправны. Если операционная система в результате определяет «неизвестное устройство USB», то, возможно, вышел из строя контроллер flash-памяти (рис. 4.5);

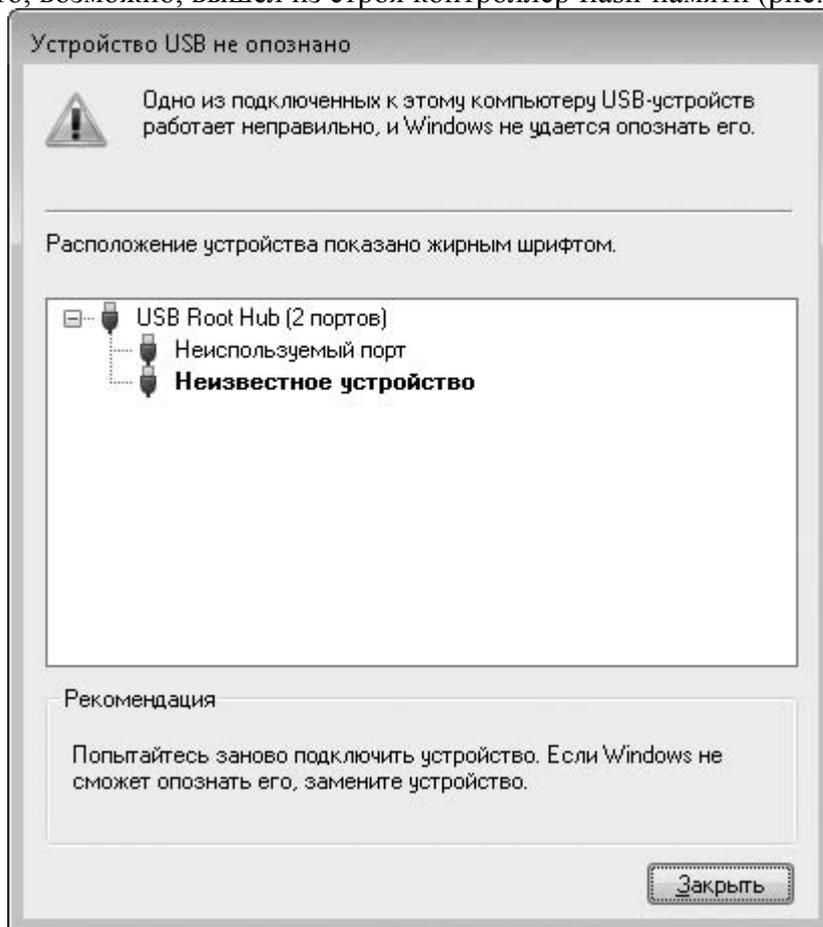


Рис. 4.5. Определение flash-диска с неисправным контроллером

- если определение устройства прошло удачно, но вместо названия flash-диска появляется что-то нечитаемое типа K-a.0~~пл_-_#e, проблема, скорее всего, связана с микропрограммой контроллера;

- если диск определился правильно, значит, контроллер исправен, хотя может быть и наоборот.

5. Попробуйте открыть диск Проводником Windows. Обратите внимание на определяемый операционной системой объем диска, наличие файлов и папок.

6. Запустите одну из программ восстановления данных и попытайтесь с ее помощью создать образ подключенного flash-диска. В случае неудачи попробуйте применить другую программу, например Flashnul-0.991. Если одной из программ удалось восстановить образ диска, проблема, скорее всего, чисто логическая.

7. Отключите диск: как и в случае с винчестерами, лишнее время работы может повредить и без того неисправный носитель.

Если карта памяти в кард-ридере не распознается программами восстановления данных, а контакты ее целы, самой вероятной причиной могут быть электрические повреждения чипа, находящегося внутри карты. Повреждения контактов карт памяти можно попытаться исправить подручными средствами. Например, можно попробовать восстановить контактную площадку очень тонкой медной фольгой с помощью пайки или токопроводящего клея. Можно даже продублировать все контакты карты припаянными к ним проводами, разобрать кард-ридер и подключить эти провода к соответствующим контактам слота.

Если повреждены электронные компоненты карты памяти фотоаппарата, единственное, что остается сделать, – купить новую карту, вставить ее в фотоаппарат и постараться вновь отснять те сюжеты, которые были на испорченной карте. К сожалению, устройство карты нельзя отремонтировать. Впрочем, встречаются сообщения о том, как в лабораториях спецслужб восстанавливают данные с SIM-карт сотовых телефонов, использованных террористами в качестве радиовзрывателей, но технические подробности и сведения о затратах на такое восстановление остаются секретом.

Далее речь пойдет лишь о flash-дисках USB, которые можно диагностировать и ремонтировать даже в домашних условиях.

Неисправности разъема и обвязки

Выломанный разъем USB – типичная механическая поломка flash-диска. Механизм ее появления очевиден – торчащий из корпуса брелок случайно зацепить очень легко. В этом случае обычно страдают дорожки на печатной плате (самое уязвимое место диска). Для восстановления информации вместо реконструкции проводников и поиска подходящего разъема проще припаять к плате конец с разъемом, отрезанный от любого кабеля USB (рис. 4.6). Конечно, это не совсем эстетично, но быстро и удобно.

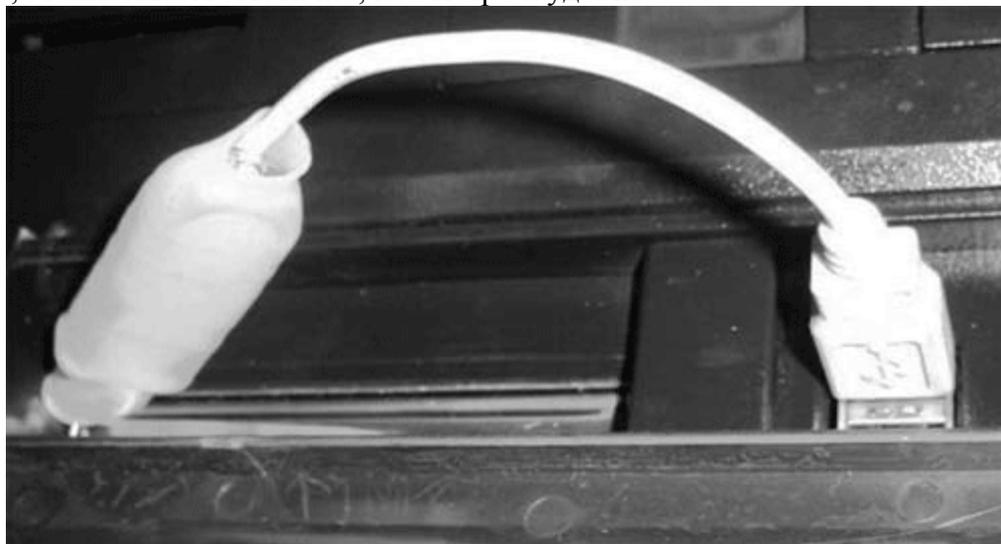


Рис. 4.6. Замена сломанного разъема

Из всех навесных элементов на плате flash-диска чаще всего выходит из строя параметрический стабилизатор питания, а иногда и подключенный последовательно с ним гасящий резистор. Причиной сбоя чаще всего является случайная переполусовка кабеля, идущего от материнской платы к дополнительному разъему USB на корпусе. Хотя об этом знают все, ошибки при сборке компьютеров регулярно повторяются. По этой же причине рекомендуют, особенно на чужом компьютере, подключать flash-диски только в разъемы, смонтированные непосредственно на материнской плате (в современных компьютерах их

обычно шесть).

Сгоревший стабилизатор легко определить визуально. За считанные секунды из-за неправильного подключения он успевает полностью выгореть, задев плату вокруг себя (рис. 4.7), что подтверждает и запах.

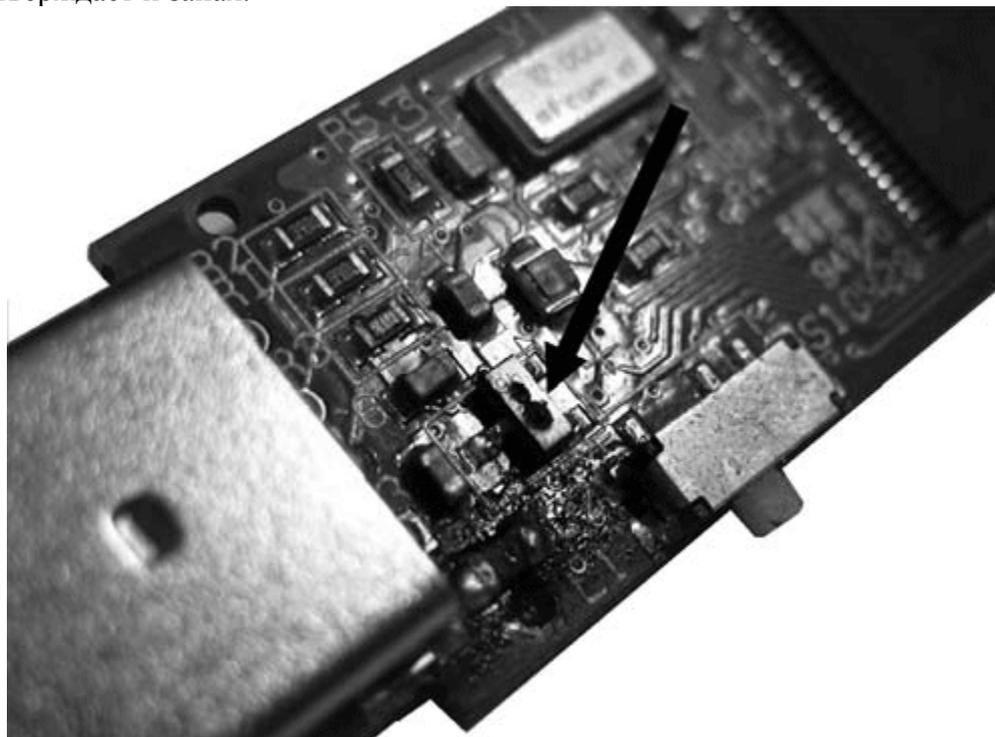


Рис. 4.7. Выгоревший стабилизатор

Выходя из строя, стабилизатор тем самым защищает контроллер. Не исключено, что на flash-диске со сгоревшим стабилизатором все же успела пострадать и микросхема контроллера. Тем не менее всегда целесообразно начать с ремонта питания. После этого судьба контроллера выяснится автоматически.

При отсутствии подходящего стабилизатора на 3,3 В, например LM317, можно заменить его двумя последовательно включенными диодами (рис. 4.8). Падение напряжения в прямом направлении на одном диоде составляет примерно 0,8–0,9 В, поэтому после двух таких диодов от 5 В останется 3,2–3,4 В – напряжение, необходимое для питания контроллера и микросхемы памяти. Полярность включения диодов удастся определить, рассмотрев ход дорожек печатной платы. При миниатюрных диодах и достаточной аккуратности можно полноценно отремонтировать накопитель (рис. 4.9). У такой замены есть еще один плюс: flash-диск с таким стабилизатором не сгорит, даже если на него будет подано питание в обратной полярности. Диоды не пропустят ток в обратном направлении.

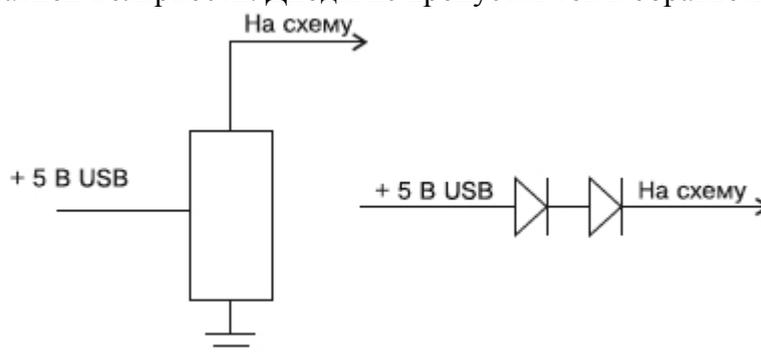


Рис. 4.8. Замена стабилизатора двумя диодами

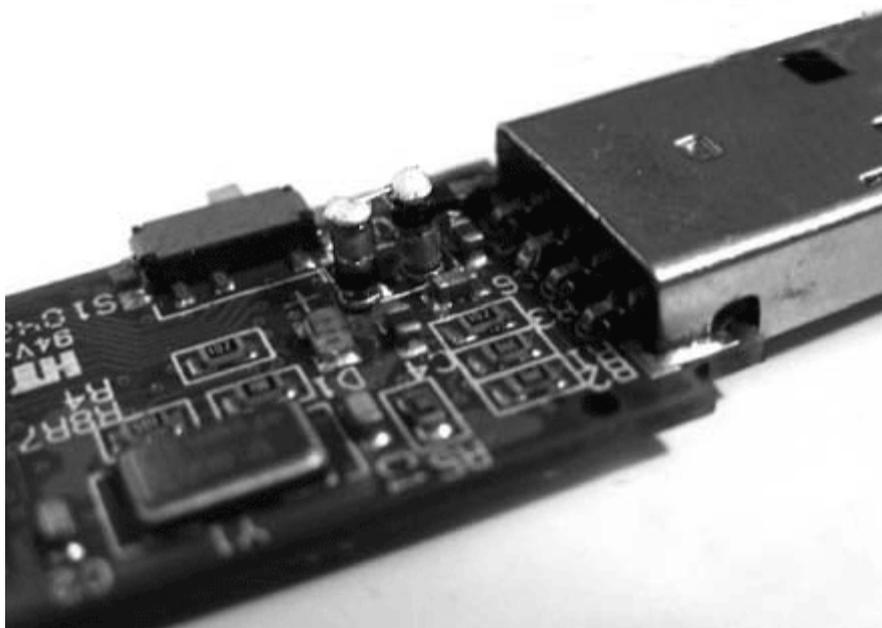


Рис. 4.9. Диоды установлены на плату

Если проблема связана со стабилизатором питания, описанные манипуляции ее решают полностью. Но для страховки целесообразно сразу же сделать копию – образ диска одной из программ восстановления либо, если на диске не оказалось логических ошибок, немедленно скопировать его содержимое на жесткий диск обычным способом.

Неисправность контроллера

При неисправности контроллера существуют два принципиальных решения проблемы. Выбор одного из них зависит от тех технических средств, которыми располагает пользователь.

1. Возьмите аналогичный flash-диск в качестве донора и замените неисправный контроллер. Если к повреждению контроллера прибавилась неисправность элементов обвязки, проще переставить микросхему памяти на плату донора. В результате можно будет прочесть данные обычным образом либо, при одновременном наличии логических ошибок, восстановить их программным методом.

2. Выпаять микросхему памяти и считать данные с нее через программатор. К такой методике приходится прибегать, если не удалось найти подходящий контроллер. В программаторе удастся прочесть даже частично испорченные микросхемы памяти – это основной способ извлечь из них информацию. Сложность заключается в восстановлении таблицы трансляции адресов.

Для ремонта понадобится паяльный фен и маска для защиты элементов, окружающих выпаиваемую микросхему. Цена паяльной станции начинается от \$120. Если пользователь самостоятельно не может выполнить такие манипуляции, то следует обратиться в любую мастерскую по ремонту сотовых телефонов, специалисты которой владеют техникой пайки микросхем.

Чтобы снять дампы (dump) с выпаянной микросхемы памяти, необходим программатор, поддерживающий данный тип микросхем. Во flash-дисках в основном используются микросхемы в корпусах 48-pin TSOP1 Standard Type, 48-pin NAND Flash TSOP1, USOP и WSOP. Выбор программаторов велик: это либо устройства, подключаемые к портам COM, либо USB, реже – платы PCI с выносной колодкой.

Особый интерес представляют аппаратно-программные комплексы, состоящие из программатора, набора утилит для снятия и анализа дампа и базы данных, позволяющей

восстанавливать таблицы трансляции. В эту базу закладываются алгоритмы построения таблиц трансляции для контроллеров и микросхем памяти различных производителей. Желательно, чтобы базу данных можно было обновлять и пополнять.

В качестве примера будет рассмотрен отечественный комплекс Flash Recovery Tool v.1.0, предлагаемый компанией BVG Group (<http://www.bvg-group.ru>). Он состоит из внешнего блока с панелью для переходников под разные типы микросхем и самих переходников (рис. 4.10). Светодиодные индикаторы показывают текущий режим работы: подачу питания на блок и микросхему, чтение и запись.

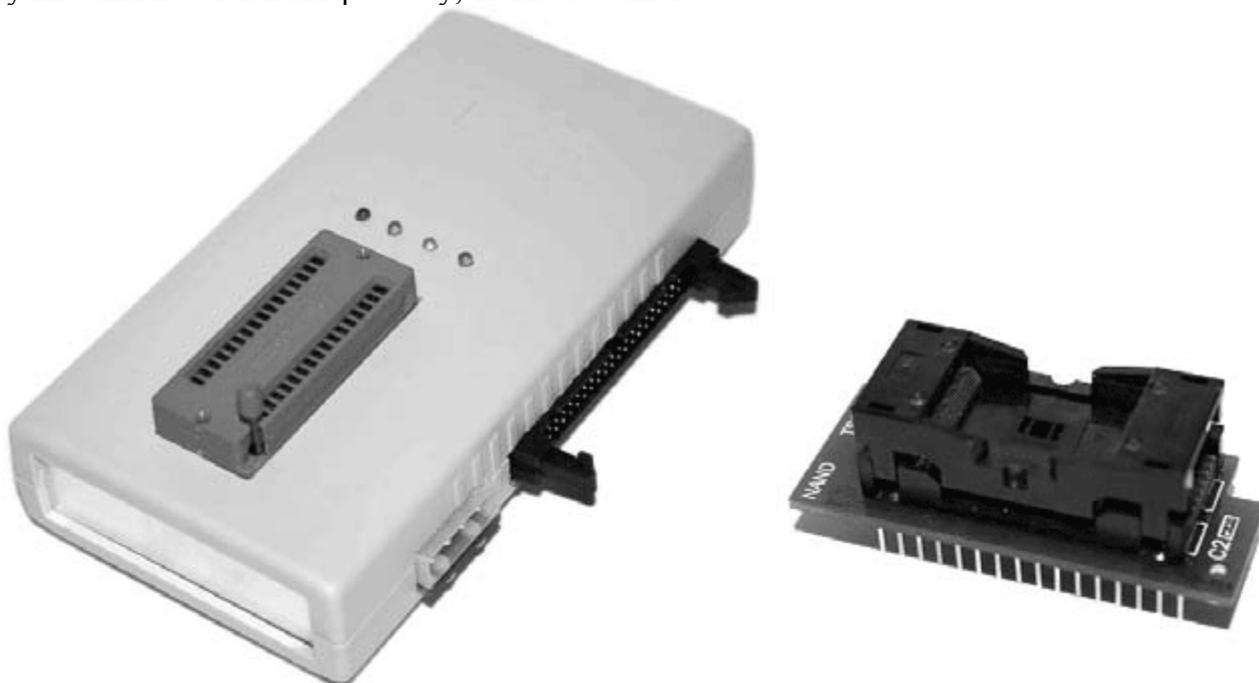


Рис. 4.10. Комплекс FRT

Внешний блок подключается кабелем IDE к плате контроллера комплекса HRT. Этот комплекс предназначен для восстановления жестких дисков и похож на рассмотренный ранее комплекс PC-3000.

Программная часть комплекса – одноименная программа с четырьмя основными функциями. Каждая из них реализована на отдельной вкладке главного окна программы Flash Recovery Tool.

- Raw Flash – вкладка для работы с образом на уровне микросхемы памяти.
- Glued Flash – вкладка редактирования образа микросхемы. В ней можно вырезать ненужные области данных, а также склеивать в единый блок (Glue) несколько образов, считанных с разных микросхем.
- User Data – вкладка для извлечения из образа пользовательских данных.
- Operations with chip – вкладка для работы с программатором, чтение/запись микросхем памяти.

Данная программа является интеллектуальным HEX-редактором, ориентированным на работу с данными, хранящимися на flash-носителях. Она способна автоматически, исходя из идентификатора, определять модель чипа, вставленного в программатор. Параметры считывания микросхем (размеры страниц и блоков, команды считывания) задаются в ini-файле. При необходимости можно добавлять в этот файл секции для новых микросхем: все параметры берутся из документации производителя чипа.

После считывания блоков и сохранения их в файл дампа начинается работа по извлечению полезной информации из этого файла. Если во flash-диске стояла пара микросхем памяти и с каждой был снят свой дамп, предварительно эти два файла «склеиваются» в один. При этом возможны разные варианты: стыковка «конец в конец», чередование байтов, страниц или блоков, с инверсией байтов или без нее. Одновременно

отрезаются служебные области, не несущие пользовательскую информацию.

В режиме просмотра «хвостов» можно отыскивать блоки по их номерам и попробовать расположить их в правильной последовательности. Программа может автоматически строить трансляторы для известных носителей, занесенных в базу данных. Затем собранные по номерам блоки, предположительно относящиеся к одному файлу, сохраняются на диск в виде обычного файла, с которым способна работать операционная система.

Разумеется, это предельно схематичное описание процесса восстановления данных с выпаянной микросхемы flash-памяти – подробные инструкции прилагаются к комплексу и выложены на сайте производителя. Цена полного комплекта FRT составляет около \$1000.

Неисправности микросхемы памяти

Микросхема flash-памяти рано или поздно выходит из строя. Если вследствие деградации часть ячеек flash-памяти стала неисправна, проявления сбоев зависят от того, что в этих ячейках записано.

- При потере записей транслятора или файловой системы диск определяется как неформатированный, то есть ошибка выглядит как логическая. Вся разница в том, что отформатировать такой диск уже не удастся ни стандартными средствами операционной системы, ни фирменными утилитами. Основное решение проблемы – снятие образа с диска, а затем поиск файлов в этом образе с помощью любой из программ восстановления данных.

- Если дефект обнаружен в области хранения пользовательских данных, часть файлов может оказаться нечитаемой, притом что в дереве файлов и папок они отображаются. Сбой или ошибка при обращении к подобному файлу могут даже стать причиной зависания программы – файлового менеджера. Стоит скопировать все еще доступные файлы. О файлах, попавших в сбойные блоки, можно забыть: даже если удастся извлечь остатки файлов программой, игнорирующей ошибки чтения, они вряд ли будут представлять какую-то ценность.

Таким образом, восстановление данных при повреждении микросхемы памяти в большинстве случаев практически не отличается от восстановления при логических ошибках, о котором пойдет речь далее. Независимо от причины аппаратной неисправности и результатов предварительной диагностики помочь может только программатор. Однако, если выпаянную микросхему flash-памяти не удастся прочитать и на нем, ситуация действительно безнадежна.

Восстановление данных, потерянных из-за логических неисправностей

Логические неисправности – результат повреждения записей файловой системы. Общий принцип и тактика действий в таких ситуациях – снятие побайтного образа носителя и извлечение из него отдельных файлов. Но не следует работать программой восстановления прямо с flash-накопителем. Поскольку истинная причина возникновения ошибок чаще всего становится ясна только после разрушающей данные диагностики, не следует активно работать с проблемным диском или картой. Две лучшие универсальные программы для работы с разрушенной логической структурой уже рассмотрены во второй главе. Далее будут анализироваться специфичные для flash-носителей утилиты и некоторые программы.

Программа FlashNul

FlashNul – очень маленькая консольная программа для проверки работоспособности и обслуживания носителей на flash-памяти: USB-Flash, IDE-Flash, SecureDigital, MMC, MemoryStick, SmartMedia, XD, CompactFlash и т. д. Все тесты выполняются на уровне абстракции блочных устройств и точно так же применимы другим типам носителей (гибким

дискам, винчестерам или компакт-дискам). В программу заложены шесть основных функций.

- Тест чтения – проверка доступности каждого сектора носителя подобно программам проверки жестких дисков.
- Тест записи – проверка возможности записи каждого сектора носителя.
- Тест сохранности записанной информации – проверка соответствия записанной и прочитанной информации, аналогичная работе утилит для проверки оперативной памяти наподобие memtest, но уже в отношении flash-накопителей.
- Недеструктивная проверка чтения/записи позволяет проверить доступность для записи каждого сектора устройства, не теряя записанные данные. После проверки блока данные, содержащиеся в этом блоке, записываются обратно.
- Сохранение образа содержимого устройства – посекторное сохранение содержимого носителя в файл полностью или частично.
- Загрузка образа в устройство – посекторная запись образа в устройство.

Из этих функций для восстановления данных нужна лишь одна – сохранение образа. Но после сохранения образа и успешного извлечения из него полезной информации полезно провести глубокое тестирование накопителя и понять, в чем же крылась причина проблемы. Для этого рассматриваемая утилита, невзирая на аскетичный интерфейс, подходит как нельзя лучше. Изначально программа создавалась для программного ремонта накопителей с поврежденными файловыми системами (гарантированного обнуления блоков), откуда и пошло ее название. Остальные функции постепенно добавлялись в очередных версиях утилиты. Программа бесплатна и распространяется вместе с исходными текстами по лицензии GNU. Официальная страница разработчика – <http://shounen.ru/soft/flashnul>.

Рассмотрим применение программы Flashnul.

1. Запустите окно интерпретатора командной строки: Пуск → Выполнить → cmd.
2. Из командной строки запустите программу flashnul.exe. Ее можно запускать и непосредственно из диалога Выполнить, но удобнее делать это именно из окна командного интерпретатора. Запускаемая без параметров или с параметром – h программа выводит на экран краткую справку. Файл подробной справки с примерами находится в архиве с дистрибутивом программы. Для работы программу следует запускать под учетной записью администратора или от его имени.
3. Для показа списка доступных устройств введите в командной строке flashnul – p и нажмите клавишу Enter. На экране появится список логических и физических дисков (рис. 4.11).

```
Администратор: C:\Windows\system32\cmd.exe - flashnul -p
C:\flashnul>flashnul -p

Available physical drives:
0      size = 250059350016 (232 Gb)
1      size = 1027604480 (980 Mb)

Available logical disks:
A:\
C:\
D:\
E:\
F:\
R:\
Z:\

Press ENTER to exit.
-
```

Рис. 4.11. Показ списка доступных устройств

Чтобы ограничить список только физическими или только логическими дисками, используйте одно из двух значений параметра – p:

- flashnul – p=1 – показ только физических дисков;
- flashnul – p=2 – показ только логических дисков.

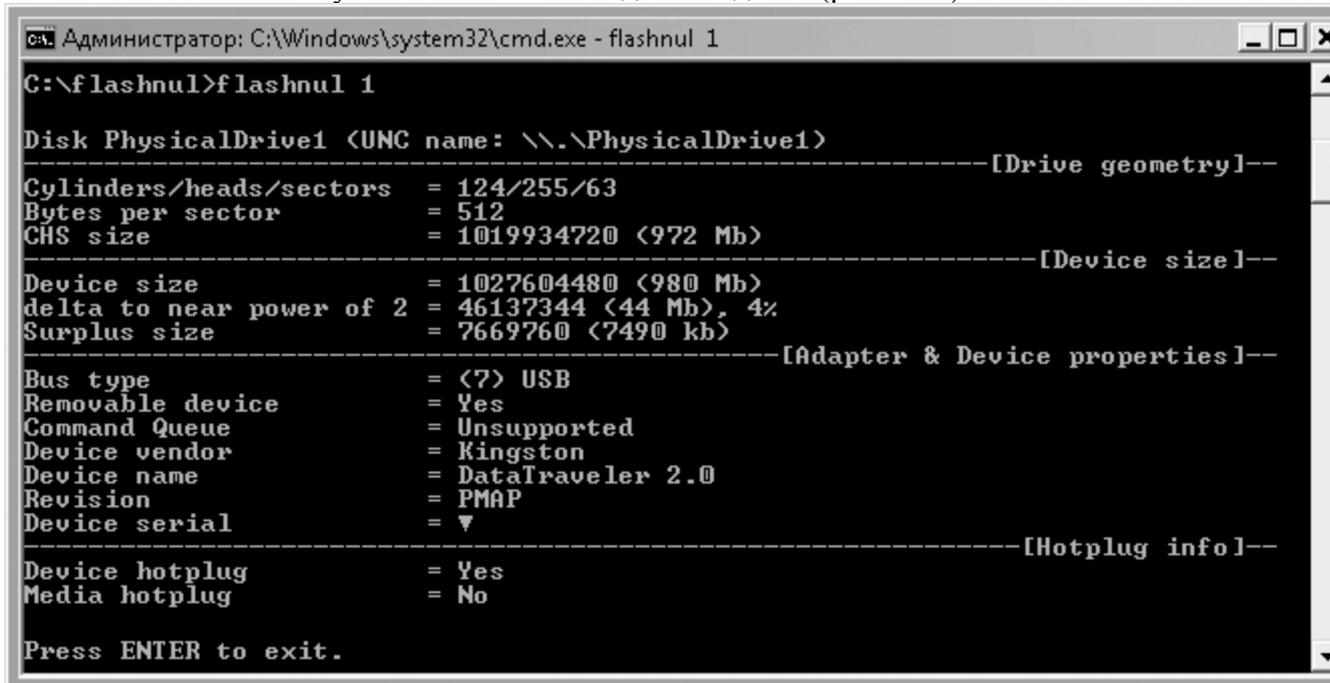
Если в ответ на выполнение команды напротив диска показывается значение (-not available-), устройство в системе есть, но доступ к нему невозможен. Например, это может быть кард-ридер, в котором нет карты памяти. Если подобное сообщение выводится для подключенного flash-диска, это признак неисправности устройства.

Для выполнения операций с диском в командной строке следует указать диск и параметр самой операции. Указать диск можно двумя способами:

- по номеру физического диска в списке физических устройств, например flashnul 2 или flashnul 0;
- по букве логического диска, например flashnul a:, flashnul d:, flashnul E:

Если операция не будет указана (будет указан только диск), то после выдачи сведения о диске программа завершит свою работу.

4. Введите в командной строке команду flashnul с номером или буквой диска в качестве аргумента и нажмите клавишу Enter. Появятся сведения о диске (рис. 4.12).



```
Администратор: C:\Windows\system32\cmd.exe - flashnul 1
C:\flashnul>flashnul 1
Disk PhysicalDrive1 (UNC name: \\.\PhysicalDrive1)
-----[Drive geometry]-----
Cylinders/heads/sectors = 124/255/63
Bytes per sector        = 512
CHS size                 = 1019934720 (972 Mb)
-----[Device size]-----
Device size              = 1027604480 (980 Mb)
delta to near power of 2 = 46137344 (44 Mb), 4%
Surplus size             = 7669760 (7490 kb)
-----[Adapter & Device properties]-----
Bus type                 = (? ) USB
Removable device         = Yes
Command Queue           = Unsupported
Device vendor            = Kingston
Device name              = DataTraveler 2.0
Revision                 = PMAP
Device serial            = ▼
-----[Hotplug info]-----
Device hotplug           = Yes
Media hotplug            = No
Press ENTER to exit.
```

Рис. 4.12. Сведения о диске

Первые строки комментариев не требуют – это сведения о физической или эмулируемой геометрии диска, а также его емкости.

Некоторые значения других параметров.

• **Delta to near power or 2** – разница между истинным объемом и ближайшей степенью числа 2. Значение порядка 1–2 % от объема диска нормально. Величины больше 10 % (то есть 12 Мбайт для 128 Мбайт, 100 Мбайт для 1 Гбайт) свидетельствуют об уменьшении емкости накопителя обычно в результате отключения контроллером поврежденных блоков. Для жестких дисков эта строка не имеет смысла.

• **Surplus size** – разница между фактическим размером устройства и размером в CHS-адресации.

• **Removable device** – физически сменное или несменное устройство.

• **Command Queue** – поддержка очереди команд (NCQ, TCQ и т. д.).

• **Device Vendor** – производитель устройства. В этой строке приводится название устройства, сообщаемое его микропрограммой.

- **Device Name** – название устройства. Также получается от микропрограммы.
- **Revision** – версия (ревизия) устройства.
- **Device serial** – декодированный серийный номер устройства (во многих устройствах может отсутствовать).

- **Device hotplug** – возможна ли «горячая» замена устройства. Для большинства flash-дисков USB это так, однако, если в настройках устройства включено кэширование записи, устройство считается не поддерживающим отключение на ходу.

- **Media hotplug** – поддерживает ли носитель в устройстве «горячее» отключение. Это актуально для карт памяти в кард-ридерах. Для flash-дисков USB обычно указывается No, так как отключается не носитель информации, а все устройство целиком.

- **Сохранение образа в файл.** Самое главное – извлечь содержимое диска. Для этого служит параметр – S (-save). По умолчанию при сбое чтения операция прерывается.

- После параметра – S следует имя файла образа, в котором должна быть сохранена информация.

- Дополнительный параметр – r (-range) задает диапазон адресов (байтов) исходного носителя, из которых должно проводиться чтение. Может принимать одно или два значения, разделенных точкой с запятой (начало – конец). Каждое из этих значений – байты от начала устройства. Значения должны быть кратными размеру сектора, а максимальное значение ограничено двумя гигабайтами (2 147 483 647 байтов).

- Чтобы программа игнорировала сбойные или недоступные блоки на накопителе, с которого проводится чтение, применяется параметр –i (-ignore). Он необходим, если в микросхеме flash-памяти присутствуют дефектные блоки.

Примеры использования команды:

```
flashnul f: -S C:\backup.bin
```

Сохранить образ диска F: в файл C:\backup.bin.

```
flashnul 1 -S C:\image.img -r=0;16384 -i
```

Скопировать первые 16 384 байта с устройства 1 и вывести их в файл C:\image. img, игнорируя ошибки чтения.

В ходе сохранения образа содержимое устройства не меняется, операция безопасна. Существует ряд ограничений на работу с файлами образов:

- файл образа никогда не может быть перезаписан. Если файл образа существует, даже нулевого размера, выполнение операции будет прервано. Благодаря этому пользователь не сможет случайно уничтожить уже созданный ранее образ;

- при первой же ошибке ввода/вывода с файлом образа, вне зависимости от параметра -i (-ignore), выполнение операции будет прервано.

Введите команду с описанными параметрами. Вновь появятся подробные сведения о носителе, а образ диска будет сохранен в файл по указанному пути (рис. 4.13).

```

C:\Администратор: C:\Windows\system32\cmd.exe - flashnul 1 -S C:\backup.bin

C:\flashnul>flashnul 1 -S C:\backup.bin

Disk PhysicalDrive1 (UNC name: \\.\PhysicalDrive1)
-----[Drive geometry]--
Cylinders/heads/sectors = 124/255/63
Bytes per sector        = 512
CHS size                 = 1019934720 (972 Mb)
-----[Device size]--
Device size              = 1027604480 (980 Mb)
delta to near power of 2 = 46137344 (44 Mb), 4%
Surplus size             = 7669760 (7490 kb)
-----[Adapter & Device properties]--
Bus type                  = (? ) USB
Removable device         = Yes
Command Queue           = Unsupported
Device vendor            = Kingston
Device name              = DataTraveler 2.0
Revision                 = PMAP
Device serial            = ▼
-----[Hotplug info]--
Device hotplug           = Yes
Media hotplug            = No
Reading 0x3d2d0000 (978 Mb), 11845357 b/s
save finished
-----[Operation result]--
passes:                  1
errors:                  0
read bytes:              1027604480 (980 Mb)
avg. read speed:         11846463 (11 Mb/s)
max/min read speed:     0 (0 b/s) / 0 (0 b/s)

Press ENTER to exit.
-

```

Рис. 4.13. Сохранение данных в файл образа

Все остальные параметры, подробно описанные в справке программы, нужны для тестирования flash-накопителей. Выполнение команды flashnul с такими параметрами почти во всех случаях сопровождается записью и стиранием информации на диске. Пользоваться ими нужно очень осторожно и только после того, как удалось скопировать образ диска и восстановить из него необходимые данные.

Обработка образа диска

Из сохраненного образа данные извлекаются точно так же, как и из образа жесткого диска, – любой из программ, способных работать с файлами образов носителей. Подробно эта процедура была рассмотрена во второй главе книги. Для программ R-Studio или Easy Recovery абсолютно не важно, с образом какого носителя они работают, так как обработка ведется на уровне блоков.

Эти программы способны самостоятельно создавать образы почти любого носителя, хотя иногда могут возникать сбои на физически дефектных блоках. Именно поэтому для снятия побайтного образа диска или карты памяти консольная утилита Flashnul нередко оказывается предпочтительнее. Помимо мощных и универсальных средств, о которых уже шла речь в предыдущих главах, существует множество небольших, простых в использовании программ, предназначенных для неподготовленного пользователя. Во многих случаях «тяжелая артиллерия» не нужна – для восстановления случайно удаленных файлов или чтения носителя с логическими ошибками, например после некорректного его извлечения из фотоаппарата, оказывается достаточно таких простых программ. Далее будут рассмотрены несколько приложений, которые созданы специально для извлечения с flash-носителей

утерянных данных.

Программа F-Recovery for CompactFlash

Компания File Recovery Tools (<http://www.filerecoverytools.com>) выпускает целую линейку утилит для восстановления данных с flash-карт. В настоящее время в нее входит семь продуктов, каждый из которых нацелен на один из типов карт:

- F-Recovery for MemoryStick;
- F-Recovery for CompactFlash;
- F-Recovery for MultiMediaCard;
- F-Recovery for miniSD;
- F-Recovery for xD-Picture;
- F-Recovery for SmartMedia;
- F-Recovery for SD card.

Интерфейс и принцип работы всех программ совершенно идентичны. Нужно отметить, что любая из этих программ неплохо справляется и с родственными задачами, например извлечением данных с других типов карт или flash-дисков USB. Однако программы от компании File Recovery Tools, основываясь на сигнатурах файлов, хорошо восстанавливают в основном файлы мультимедиа, так как задумывались для работы с цифровыми камерами.

В качестве примера можно рассмотреть одно из приложений этой серии – F-Recovery for CompactFlash. Все восстановление состоит из трех простых шагов. До запуска программы подключите к компьютеру фотоаппарат с картой или вставьте проблемную карту в кард-ридер. Когда носитель определится операционной системой, запустите программу (рис. 4.14).

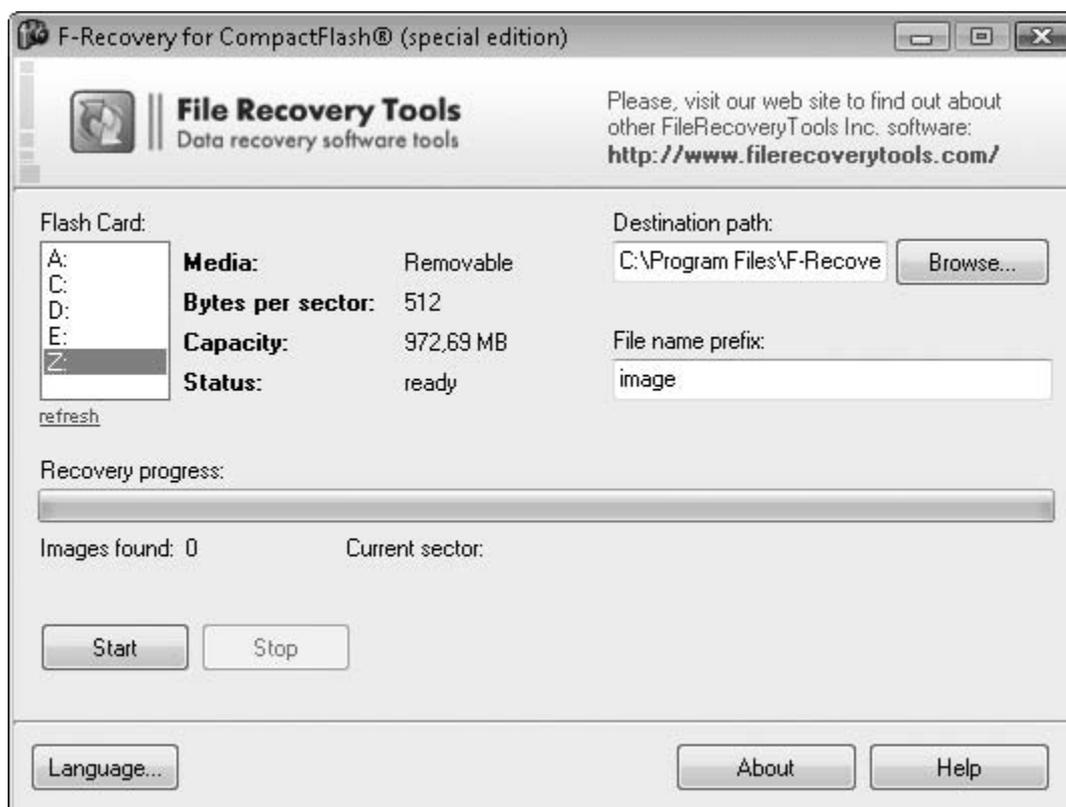


Рис. 4.14. Программа F-Recovery for CompactFlash

1. В поле Flash card (flash-карта) выберите носитель, с которого нужно восстановить данные.

2. В текстовом поле ввода Destination path (Путь назначения) укажите папку, в которую нужно поместить восстановленные файлы.

3. Нажмите кнопку Start (Пуск). Начнется сканирование карты.

Под индикатором Recovery progress (Ход восстановления) показывается число обнаруженных на карте файлов. Когда программа просканирует всю карту, восстановленные с нее файлы окажутся в указанной ранее папке.

Программа Smart Flash Recovery

Разработка компании Smart PC Solutions, Inc (<http://www.smartpctools.com>) – еще один пример простого решения, рассчитанного на пользователя с минимумом навыков.

В раскрывающемся списке Select a drive (Выберите диск) выберите нужный носитель. Программа предлагает для выбора только flash-накопители, обнаруженные в системе. В роли кард-ридера может выступать как стандартное устройство, так и фотоаппарат или мобильный телефон. В поле File or mask to find (Файл или маска для поиска) введите имя файла, который требуется найти и восстановить, либо выберите один из готовых шаблонов по типу файла (рис. 4.15). Если задан шаблон *.* (All files – Все файлы), программа будет искать на носителе любые доступные файлы и папки. Для начала поиска нажмите большую кнопку со значком лупы Find (Искать).



Рис. 4.15. Программа Smart Flash Recovery

Программа начинает искать файлы на диске, основываясь на анализе таблиц файловой системы. При этом обнаруживаются как нормально присутствующие на диске файлы и папки, так и те, которые недавно были корректно удалены.

После того как просканирована область диска, о которой есть какие-либо записи в файловой системе, появляется запрос Scan free drive space? (Сканировать свободное место на диске?). При утвердительном ответе программа сканирует всю оставшуюся часть диска и ищет в ней сохранившиеся файлы по сигнатурам. Так могут быть найдены файлы и после форматирования диска или критических ошибок файловой системы. В результате появится список найденных объектов (рис. 4.16).



Рис. 4.16. Результаты сканирования

В последней колонке списка показывается прогноз на восстановление (Recoverability): хороший (Good) или плохой (Poor). Для восстановления установите флажки напротив нужных файлов и папок и нажмите кнопку Restore (Восстановить). Выбранные папки и/или файлы будут помещены в указанную пользователем папку.

Программа ObjectRescue Pro

Программа ObjectRescue Pro (<http://www.objectrescue.com>) – простое, но универсальное средство восстановления данных. Особенность этой программы в том, что она построена по типу мастера и может работать с любыми носителями, в том числе со всеми известными типами flash-карт в мобильных цифровых устройствах. Важно, что можно задать число попыток чтения со сбойных блоков. Иногда это помогает извлечь данные с накопителей в случае неустойчивого чтения при появляющихся физических проблемах.

Весь процесс восстановления данных разбит на девять шагов – экранов мастера программы ObjectRescue Pro. Слева в нижней части окна (рис. 4.17) находится кнопка Меню.

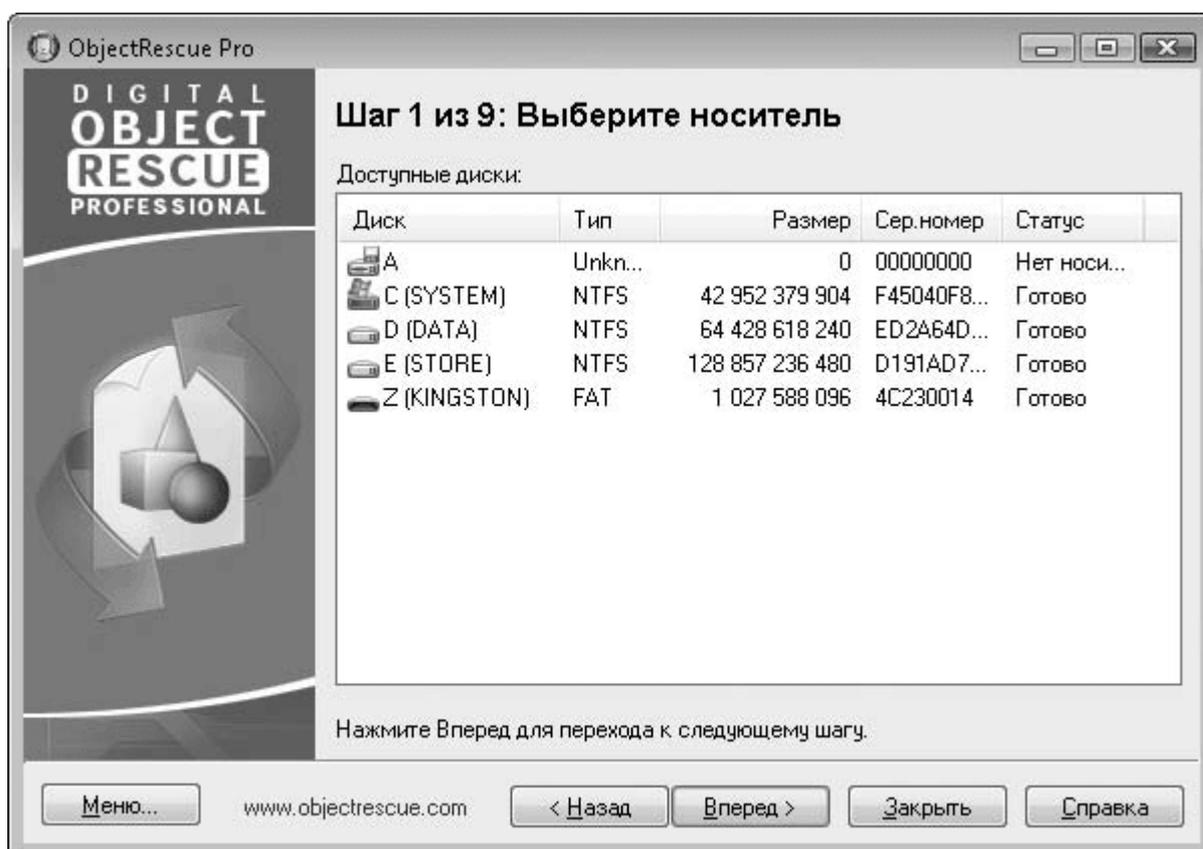


Рис. 4.17. Программа ObjectRescue Pro – выбор носителя

Нажмите эту кнопку, и откроется меню из нескольких пунктов. Каждый из этих пунктов открывает окно настроек на одной из его вкладок. Обратите внимание на вкладку Доступ к диску (рис. 4.18).

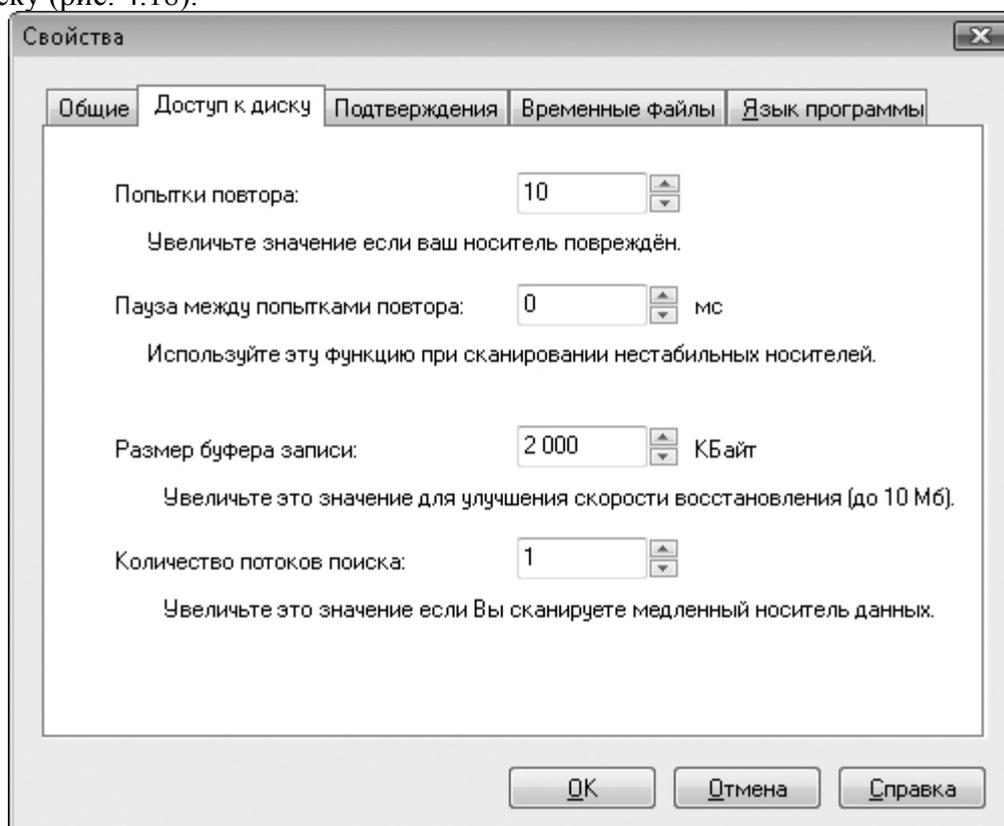


Рис. 4.18. Окно Свойства – вкладка Доступ к диску

- Поле со счетчиком Попытки повтора задает количество попыток доступа к неустойчиво читаемым или поврежденным блокам. По умолчанию программа пытается прочитать такие блоки до 10 раз, после чего переходит к следующему блоку.

- Поле со счетчиком Пауза между попытками повтора задает интервал времени в миллисекундах между попытками обращения к недоступным блокам. По умолчанию эта задержка равна нулю, но при сканировании проблемных носителей время целесообразно увеличить.

- Поле со счетчиком Количество потоков поиска позволяет ускорить сканирование больших носителей, если скорость передачи данных по интерфейсу существенно превышает скорость обращения к блокам внутри носителя. Если сканирование происходит в несколько потоков, общее время сканирования медленных носителей сокращается.

Назначение остальных вкладок и элементов управления явствует из подписей к ним. Как правило, эти настройки изменять не приходится. Настроив параметры обращения к диску, нажмите кнопку ОК. Настройки будут сохранены, а окно Свойства закроется.

Процесс восстановления состоит из девяти шагов. Указав необходимые параметры, нажимайте кнопку ОК для перехода к следующему шагу. Каждый шаг сопровождается подробными пояснениями, поэтому далее приводится только общая схема.

1. Выберите носитель (см. рис. 4.17).

2. Выберите тип файлов – установите флажки напротив тех типов файлов, которые нужно найти и восстановить. Можно также задать дополнительные параметры поиска (фильтры), например время создания или размер файла.

3. Выберите варианты сканирования: искать только удаленные либо и удаленные, и поврежденные файлы.

4. Выбор места для сохранения файлов. При этом можно задать восстановление всех найденных файлов по умолчанию, диск и папку для сохранения восстановленных файлов, а также то, нужно ли пытаться воссоздать исходное дерево файлов и папок или нет.

5. Сканирование файловой системы. На экране показывается число найденных файлов, удовлетворяющих заданным условиям, и их предварительный список. При этом можно запускать сканирование повторно, каждый раз нажимая кнопку Старт на этом экране.

6. Просмотр найденных файлов. В поле с полосой прокрутки приводятся записи обо всех файлах, найденных на предыдущем шаге. Для каждого файла показан параметр Состояние: Live – «живой», Deleted – удаленный или Damaged – поврежден. Каждый из файлов, перечисленных в списке, можно попытаться восстановить и сохранить (кнопка Восстановить) или восстановить и тут же открыть в ассоциированной с этим типом программе (кнопка Попытаться открыть).

7. Сканирование разделов диска. На диске ищутся все возможные файлы по сигнатурам, но файлы, уже найденные на шаге 5, пропускаются.

8. Просмотр найденных файлов. Как и на шаге 6, можно посмотреть или восстановить любые из обнаруженных на диске файлов.

9. Восстановление завершено. На последнем экране мастера предлагаются три действия:

- открыть папку с восстановленными файлами;
- выбрать другой диск для сканирования;
- перейти на сайт разработчиков программы и оставить отзыв.

Таким образом, почти все программы подобного рода предлагают «восстановление в два захода». Чаще всего с flash-накопителей требуется извлечь вполне определенные и немногочисленные файлы. Если при анализе записей файловой системы удалось найти и восстановить нужный файл, этим можно ограничиться. Процедура анализа таблиц файловой системы происходит в десятки раз быстрее, чем полное сканирование накопителя. К долгому полному сканированию, по принципу функции Raw Recovery, прибегают, когда простым способом обнаружить искомые файлы не удалось.

Восстановление информации с SIM-карт

Как уже было сказано, SIM-карта лишь косвенно относится к категории твердотельных накопителей. SIM-карта (Subscriber Identity Module – идентификационный модуль мобильного абонента) является неотъемлемой частью мобильных телефонов стандарта GSM.

Принцип работы SIM-карты

Основная функция карты – безопасная идентификация телефона в сети, а хранение данных, например списка телефонных номеров или записной книжки, является лишь побочной и второстепенной функцией. SIM-карта является микрокомпьютером на базе 8-разрядного процессора и памяти трех видов: ROM, RAM и EEPROM. Микропроцессор SIM-карты поддерживает набор из 18 команд стандарта SIM Tool Kit (STK). Энергонезависимая память EEPROM достигает объема в 64 килобайта и программируется дистанционно. В целях безопасности служебная часть перепрограммируемой памяти SIM-карты, в которой хранится специальный международный идентификационный номер абонента мобильной связи (International Mobile Subscriber Identity – IMSI), его индивидуальный шифровальный ключ (Ki) и программа криптографического алгоритма (A3), доступна только внутреннему процессору SIM-карты. Чтобы считать эти данные извне, необходимо сначала передать процессору PIN-код или PUK-код, уникальные для каждого экземпляра устройства.

Пользовательская информация хранится в энергонезависимой памяти SIM-карты. Для этого в ней создается простая и своеобразная файловая система. В корневой директории MF (Master File) находятся подкаталоги DF (Dedicated Files) и EF (Elementary File). В подкаталогах хранятся сами файлы. Элементарные файлы содержат служебную информацию, например код IMSI абонента, список языков и т. д. Каждый файл состоит из заголовка (header) и тела (body). Заголовок описывает структуру файла и его атрибуты, а тело содержит данные. Файлы на SIM-карте бывают трех типов: прозрачные, линейные и циклические.

- Прозрачный файл состоит из определенного числа байтов, доступных по отдельности и блоками. Блок описывается относительным адресом (offset) и длиной (length).

- Линейный файл состоит из записей (records) фиксированной длины, расположенных последовательно. Максимальный объем такого файла составляет 255 записей по 255 байтов без учета расширения. В таком виде хранятся записи телефонного справочника или сохраненные сообщения SMS.

- Циклический файл содержит определенное число записей фиксированной длины. Он построен по типу стека: каждая новая запись всегда попадает на первую позицию, а последняя запись оказывается затертой. В этих файлах содержатся списки последних вызовов и некоторая другая вспомогательная информация.

К потере, искажению или недоступности информации, находящейся в SIM-карте, ведут разные причины. В первую очередь, это могут быть сбои программного обеспечения телефона, в который вставлена эта карта. В таком случае SIM-карта перестает распознаваться телефоном либо становятся недоступны список телефонных номеров абонентов или короткие сообщения, сохранявшиеся на карту. Корректное удаление сообщения или записи телефонного справочника средствами телефона заключается в изменении одного из атрибутов (флага) в заголовке файла, в то время как содержимое остается в целостности, пока не будет затерто очередной сохраненной записью. Таким образом, восстановление удаленных данных во многих случаях осуществляется очень легко.

Разумеется, при физическом повреждении карты восстановить с нее что-либо практически невозможно, хотя известны и такие случаи. Доступными средствами реально восстановить информацию с физически исправной SIM-карты, если проблема была связана с

нарушением логической структуры пользовательской области.

Основной интерес для восстановления представляют хранящиеся на SIM-картах данные телефонного справочника, полученные и отправленные SMS.

Устройства считывания

Помимо мобильных телефонов, разработаны и свободно продаются две категории устройств, способных считывать информацию с SIM-карт. Во-первых, кард-ридеры USB (рис. 4.19) – миниатюрный кард-ридер подключается в порт USB и распознается операционной системой как устройство типа SIM_Card_Reader. С точки зрения операционной системы, ни это устройство, ни SIM-карта в нем дисками или носителями не являются.

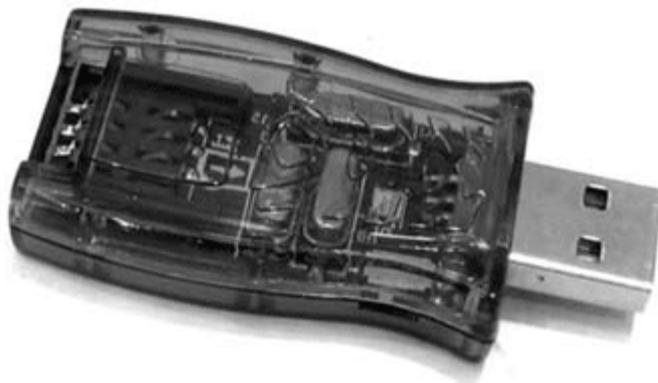


Рис. 4.19. Устройство чтения SIM-карт

Большинство современных устройств чтения SIM-карт построено по спецификации (стандарту) PC/SC. Другим распространенным стандартом является спецификация Phoenix. Эти стандарты определяют, как прикладные программы обращаются к кардридеру и находящейся в нем SIM-карте. В комплект устройства входит диск с драйверами и, как правило, с какой-либо программой восстановления и резервного копирования данных.

Другая категория устройств для считывания информации – устройства для резервного копирования и дублирования SIM-карт (рис. 4.20). Они являются узкоспециализированными программаторами с автономным питанием и собственной flash-памятью.



Рис. 4.20. Устройство резервного копирования SIM-карт

Подобный программатор способен считать данные с исправной SIM-карты, сохранить их в своей энергонезависимой памяти, а затем записать обратно в эту же или в другую SIM-карту. Большинство автономных устройств лишено интерфейса сопряжения с компьютером и для восстановления поврежденных данных совершенно не подходит. Хотя восстанавливать данные в прямом смысле слова пользователю не придется – необходимо

просто сохранить полный образ карты в памяти брелока, а при неисправности SIM-карты или в случае кражи телефона необходимо поместить эту резервную копию в новую карту.

Программа Data Doctor Recovery – SIM Card

Индийская компания Pro Data Doctor Pvt. Ltd (<http://www.datadoctor.in>) выпускает полную линейку программных продуктов для восстановления данных. В качестве универсального решения предлагается пакет Data Doctor DreamPack, в который входят 14 утилит для извлечения данных практически с любых носителей, восстановления поврежденных файлов и забытых паролей. Одной из утилит является рассматриваемая ниже программа. Она также доступна на сайте разработчика в виде отдельного приложения и входит в комплект некоторых устройств для чтения SIM-карт.

1. Подключите кард-ридер к компьютеру и вставьте в него SIM-карту. Запустите программу.

2. В главном окне нажмите кнопку



Search (Поиск). Появится окно, в котором следует выбрать используемый кард-ридер (рис. 4.21).

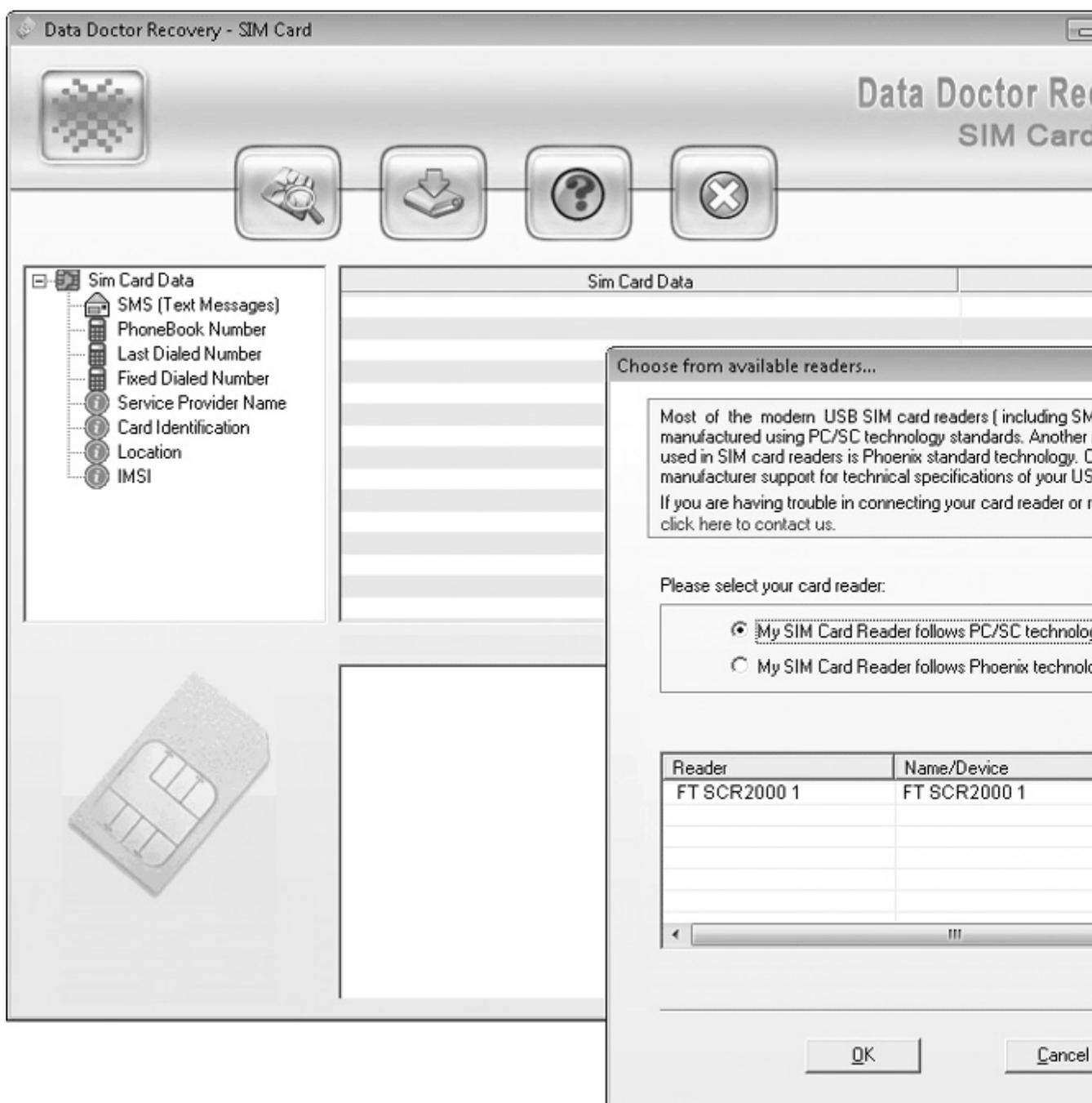


Рис. 4.21. Главное окно программы и выбор карт-ридера

3. Установите переключатель в одно из двух положений:

- My SIM Card Reader follows PC/SC technology standards (Карт-ридер работает по стандарту PC/SC);
- My SIM Card Reader follows Phoenix technology standards (Карт-ридер работает по стандарту Phoenix).

В списке под переключателем будут показаны все обнаруженные карт-ридеры. Если неизвестно, по какой технологии работает устройство, можно проверить оба положения переключателя – карт-ридер появится в списке только когда переключатель перейдет в правильное положение.

Выберите карт-ридер в списке и нажмите кнопку ОК. Появится сообщение о том, что SIM-карта подключена успешно. Затем начнется чтение памяти SIM-карты.

Когда SIM-карта будет прочитана, можно будет просмотреть обнаруженные на ней записи. В левой части окна в виде дерева представлена структура записей. Она стандартна.

4. Щелкните кнопкой мыши на любом из элементов, и в правой части окна появятся

соответствующие записи:

- SMS (Text Messages) – сообщения SMS с указанием адресата, даты и времени;
- Phone Book Number – телефонный справочник;
- Last Dialed Number – последний набранный номер;
- Fixed Dialed Number – фиксированные номера набора;
- Service Provider Name – название оператора связи;
- Card Identification – уникальный номер SIM-карты;
- Location – сведения о местоположении оператора связи (регионе);
- IMSI – уникальный международный идентификационный номер абонента мобильной связи.

5. Для сохранения информации нажмите кнопку



Save recovered data to file (Сохранить восстановленные данные в файл). Вся восстановленная информация записывается в один текстовый файл.

Существенно, что эта программа хорошо работает с операционной системой Windows Vista и совместима практически со всеми имеющимися в продаже адаптерами. Однако некоторые проблемы, как, впрочем, и у большинства других подобных программ, могут возникнуть при работе с нелатинскими символами, например с кириллицей в сообщениях и записях телефонной книги.

Другие программы

Можно назвать еще несколько программ такого типа. Основным назначением их считается копирование неповрежденных данных с SIM-карт, хотя для восстановления они тоже могут оказаться полезны.

- Dekart SIM Manager (<http://www.dekart.com>) – программа для копирования данных с SIM-карты (с полной поддержкой символов Unicode).

- CHIPDRIVE SIM Card Stick (<http://www.chipdrive.de>) – программа, которой комплектуются многие карт-ридеры.

- PhoneFile PRO (<http://www.pipistrel.com>) – выпускается в нескольких вариантах, отличающихся набором функций; служит для копирования данных с SIM-карты, а также восстановления удаленных SMS.

Резюме

Восстановление данных с полупроводниковых накопителей отличается от работы с жесткими дисками, главным образом на уровне диагностики и устранения физических неполадок. В отношении карт памяти о физическом ремонте речь практически не идет, но flash-диски USB вполне ремонтпригодны даже в домашних условиях. Как и в случае с винчестерами, оптимально при первой же возможности создать образ носителя, а все операции по анализу, поиску и извлечению данных проводить с этим образом, сохраненным на жесткий диск.

На уровне работы с образом принципиальной разницы не существует: здесь обычно применяются те же программы, что и при работе с жесткими дисками. Специальные приложения для работы с различными типами карт памяти обладают лишь небольшим преимуществом: многие из них определяют больше форматов файлов, характерных для цифровых камер, в том числе и устаревших.

Извлечение данных из SIM-карт – относительно новое направление в восстановлении утерянной информации. Для этой операции необходим SIM карт-ридер USB и одна из программ, рассчитанная на работу специально с SIM-картами.

Глава 5

Восстановление данных с лазерных дисков

- Принципы хранения данных на лазерных дисках
- Причины потерь данных
- Восстановление данных при физических повреждениях
- Программное восстановление данных
- Резюме

Лазерные диски – неотъемлемая часть нашей повседневной жизни. Первоначально задуманные как носители музыкальных записей, очень скоро диски стали основным средством долгосрочного резервного копирования и хранения архивной информации.

Иногда встает задача восстановить данные с диска, выпущенного в конце XX века. Лазерные диски заводского изготовления редко бывают в единственном экземпляре, ведь тиражи достигают десятков и сотен тысяч экземпляров, однако отыскать дубликат подчас сложнее, чем извлечь данные с того диска, который наконец найден. Тем не менее именно на возможности найти несколько одинаковых компакт-дисков, даже поврежденных, но по-разному, основан один из методов восстановления.

Актуальным является восстановление архивов мультимедиа с записываемых и перезаписываемых дисков, ведь с появлением записывающих приводов многие пользователи стали хранить на таких носителях уникальные семейные альбомы, считая их практически вечными. На записываемых дисках нередко оказываются и резервные копии корпоративных данных, и с течением времени компакт-диск может оказаться единственным местом хранения устаревшей, но вдруг понадобившейся информации. Как правило, из исходного расположения файлы уже давно удалены.

Принципы хранения данных на лазерных дисках

На лазерных, или оптических, дисках информация записывается благодаря разной отражающей способности отдельных участков такого диска. Все оптические диски схожи тем, что носитель (диск) всегда отделен от привода, который является стандартным устройством компьютера. В отличие от жестких дисков или flash-накопителей аппаратных проблем с лазерными дисками гораздо меньше, и решаются они намного легче – простой заменой привода. Физическое расположение данных на лазерном диске строго стандартизировано, а сведения обо всех стандартах общедоступны, хотя спецификаций создано много.

Виды носителей и технологии

Первые лазерные диски были созданы в 1980 году компаниями SONY и Philips для записи звука. Эти диски (CD-DA) воспроизводились на бытовых проигрывателях. С тех пор внешний вид и геометрические размеры любых лазерных дисков остаются неизменными. Диск представляет собой поликарбонатную пластину диаметром 120 мм и толщиной 1,2 мм, в центре которой находится отверстие диаметром 15 мм. На диск нанесена спиральная дорожка, начинающаяся в центральной части и идущая к периферии. Первоначально существовали лишь диски, тиражируемые промышленным способом со специально изготавливаемых матриц, но впоследствии были разработаны технологии, позволяющие записывать лазерные диски на компьютерных приводах CD-R, а затем и CD-RW.

В начале XXI века были разработаны стандарты DVD, которые постепенно должны заменить CD. Эти диски отличаются от CD возросшей в несколько раз плотностью дорожек, а для их чтения и записи используется лазер с меньшей длиной волны. Появились

двухсторонние (Double-Sided – DS) и двухслойные (Double Layer – DL) диски, которые напоминают несколько склеенных между собой обычных дисков. Последние разработки – стандарты Blu-Ray и HD-DVD – позволили еще больше увеличить объем данных, хранящихся на лазерном диске, хотя принцип записи остался почти тем же. Большое значение придавалось обратной совместимости стандартов и форматов, чтобы более современные приводы могли работать и со старыми дисками.

На заводских, или штампованных, дисках дорожка образована чередованием впадин и выступов, выдавливаемых на поверхности пластины в процессе штамповки. На эту поверхность впоследствии напыляется тонкий отражающий слой алюминия. Поскольку выступы и впадины отражают лазерный луч по-разному, становится возможным считывание получившегося узора.

На записываемых и перезаписываемых дисках («болванках») обе поверхности пластины совершенно гладкие, а запись и считывание информации связаны с изменением физико-химических характеристик тонкого записываемого слоя, нанесенного на верхнюю сторону пластины (рис. 5.1). Записываемый слой в дисках однократной записи (CD-R или DVD-R) состоит из органического красителя, необратимо изменяющегося под воздействием мощного лазерного луча, а в перезаписываемых дисках (CD-RW или DVD-RW) он образован пленкой специального сплава, способного менять свою отражающую способность в зависимости от условий нагрева и остывания. Так или иначе, физическое качество записи всецело зависит от качества самой болванки и характеристик привода, на котором производилась запись: скорости, точности фокусировки и мощности луча.

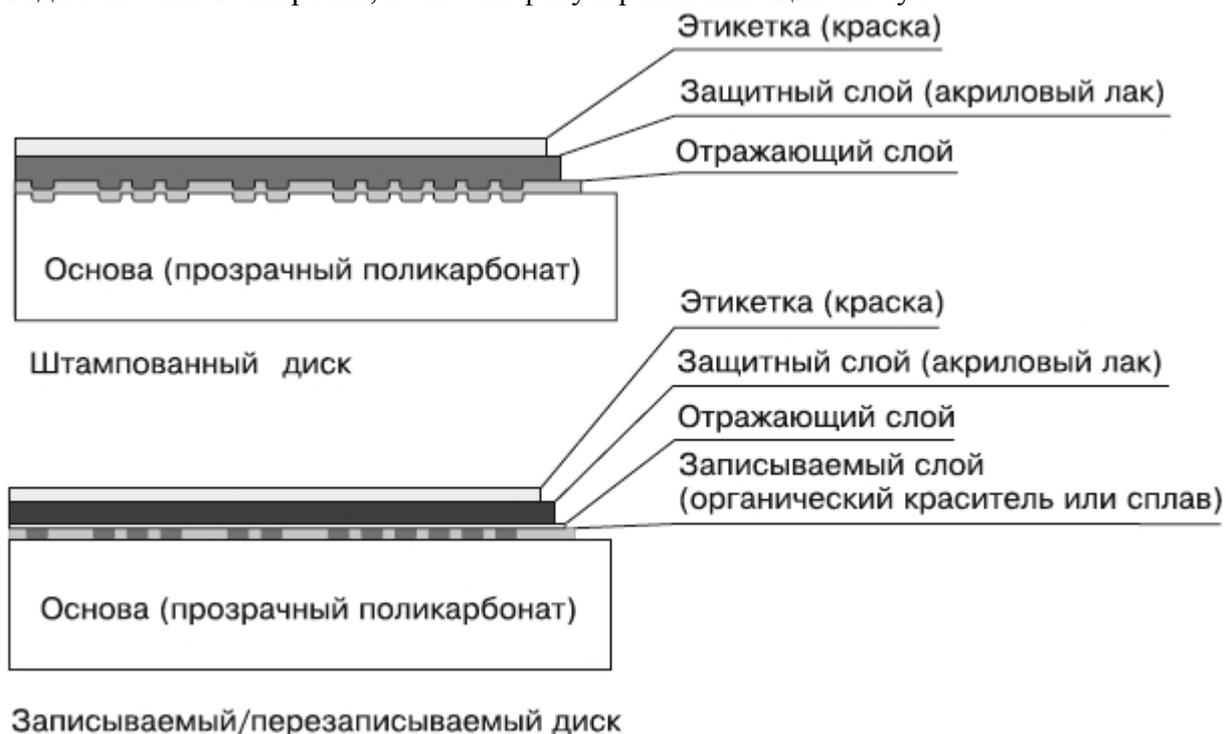


Рис. 5.1. Слои лазерных дисков

Во всех случаях на верхнюю, дальнюю от лазера поверхность диска наносится ряд защитных слоев, предохраняющих отражающий слой от повреждений. Хотя защитные слои довольно прочны, с этой стороны диск гораздо уязвимее, чем со стороны подложки. Особенно незащищенными являются перезаписываемые диски – активный слой близок по своим свойствам к жидким кристаллам и реагирует даже на незначительное давление или сгибание диска.

От центра к периферии диск разбит на несколько concentрических областей, или зон (рис. 5.2). Диаметр каждой области строго стандартизирован.

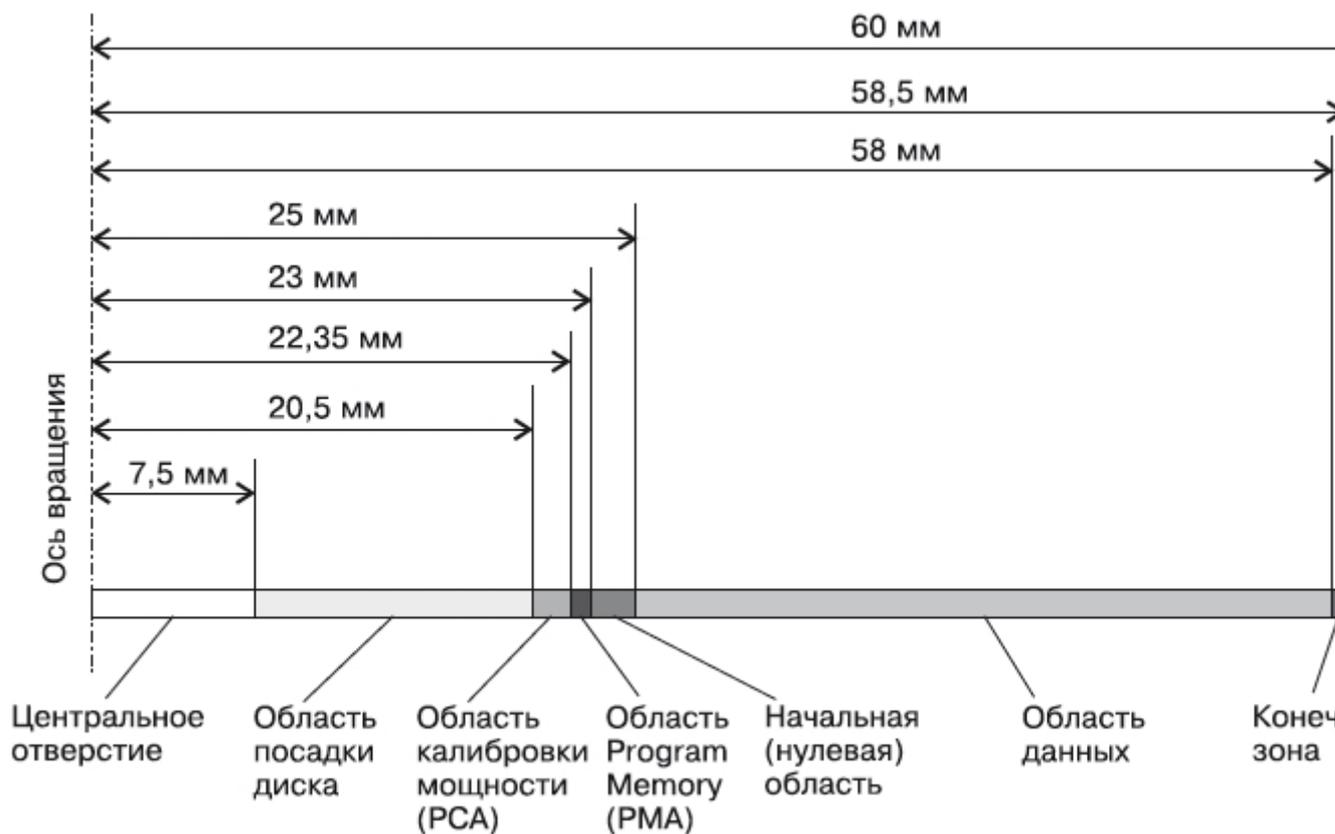


Рис. 5.2. Зоны лазерного диска

- Область посадки или фиксации не содержит каких-либо данных и кладется на шпиндель привода. Неровности и грязь в этой области могут повлиять на балансировку и биение диска при его вращении.

- Область калибровки мощности (Power Calibration Area – PCA) присутствует только на записываемых дисках и служит для пробной записи и автоматической регулировки мощности записывающего лазера в зависимости от индивидуальных особенностей диска и привода.

- Программируемая область памяти (Program Memory Area – PMA) также существует только на записываемых дисках. В ней предварительно записывается временная таблица оглавления (Table of Content – TOC). При завершении сеанса записи эта информация переписывается на нулевую дорожку.

- Нулевая дорожка (Lead-In) содержит оглавление диска или сеанса записи. Оглавление включает в себя начальные адреса и длины всех дорожек, общую длину области данных и информацию о каждом из сеансов записи. Если диск записывается в несколько сеансов, своя нулевая дорожка создается для каждого из сеансов. Стандартный размер нулевой дорожки – 4500 секторов, или около 9,2 мегабайтов данных.

- Область данных содержит полезные данные. Это основная часть диска.

- Конечная зона (Lead-Out) служит маркером конца сеанса записи. Если диск записан в один сеанс, размер конечной зоны составляет 6750 секторов. Если диск записывался в несколько сеансов, для каждого последующего сеанса создается своя конечная зона размером 2250 секторов.

Информация при записи на компакт-диск является многократно избыточной. Это нужно для коррекции возможных ошибок. Хотя считается, что емкость CD-ROM составляет около 700 мегабайтов, в действительности такой диск несет около 2,5 Гбайт информации!

Спиральная дорожка разделена на сектора. Длина одного сектора CD-ROM составляет 17,33 мм, а на стандартном диске помещается до 333 000 секторов. Для DVD стандартное число секторов составляет 2 298 496 (однослойный DVD, DVD-R(W) или 2 295 104

(однослойный DVD+R(W)). Каждый сектор состоит из 98 блоков, или фреймов (frames). Фрейм содержит 33 байта информации, из которых 24 байта несут полезные данные, 1 байт содержит служебную информацию, а 8 байтов служат для контроля четности и коррекции ошибок. Эти 8 байтов содержат так называемый код Рида-Соломона, вычисляемый на основании 24 полезных байтов. Таким образом, объем сектора составляет 3234 байта, из которых 882 байта являются избыточными. По ним микропрограмма привода способна воссоздать истинные значения остальных 2352 байтов в случае возникновения ошибок. Более того, из оставшихся 2352 байтов 304 байта отведены для синхронизирующих кодов, битов идентификации, кода коррекции ошибок ECC и кода обнаружения и исправления ошибок EDC. В результате в одном секторе полезными являются 2048 байтов.

Чтобы минимизировать влияние царапин и других физических дефектов, используется перекрестное чередование блоков между смежными секторами. Благодаря этому любой ограниченный дефект, скорее всего, затронет блоки, относящиеся к разным секторам, и не окажется на двух или трех последовательных блоках. В таком случае коррекция ошибок может оказаться весьма эффективной.

Физически на диск записываются последовательности «темных» и «светлых» участков, получаемые в результате EFM-модуляции. Eight-to-Fourteen Modulation – еще один уровень, призванный обеспечить избыточность и сохранность данных. Вместо каждого байта, то есть 8 битов, записывается последовательность из 14 двоичных значений (битов). К этим 14 битам добавляются по три *объединяющих* бита (merge bits), и длина последовательности возрастает до 17 битов. В начало каждого блока добавляется 24-разрядное число синхронизации.

Схематично описанные здесь алгоритмы являются стандартными и заложены в микропрограмму любого привода. В процессе чтения диска микропрограмма привода осуществляет, при необходимости, коррекцию ошибок и показывает через интерфейс уже чистые сектора по 2048 байтов каждый.

Приводы оптических дисков

Конструкция любых приводов лазерных дисков (рис. 5.3) практически не изменилась с XX века. Все существенные различия приводов CD или DVD, читающих или записывающих, состоят только в лазерах, датчиках и оптических элементах. Разумеется, поддержка новых стандартов потребовала и новых алгоритмов коррекции ошибок, закладываемых в микропрограммы дисководов.

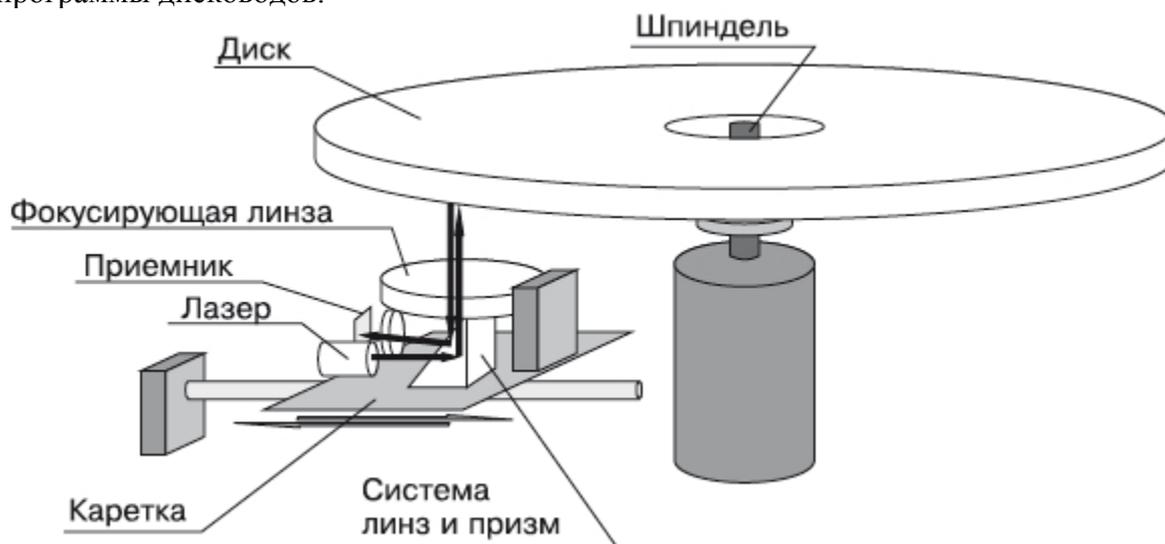


Рис. 5.3. Схема привода лазерных дисков

Диск вращается на оси шпинделя. Частота вращения может достигать до 12 000 об/мин.

Под диском перемещается по направляющим каретка, на которой закреплены миниатюрный полупроводниковый лазер, система линз, призм и зеркал, а также приемник-фотоэлемент. В современных комбинированных приводах может быть несколько лазеров. Лазерный луч проходит через оптическую систему, фокусируется на нижней поверхности вращающегося диска, отражается от нее и через те же линзы и призмы вновь попадает на приемник. Приемник преобразует световой луч в электрические сигналы, которые поступают на предварительный усилитель и далее в электронную схему привода.

Верхняя линза является фокусирующей. Она закреплена на очень легких подвесах и может немного смещаться относительно остальных деталей оптической системы. Положением этой линзы управляет сложная автоматика, поэтому луч всегда должен точно фокусироваться на отражающем слое компакт-диска. За счет перемещения каретки лазерный луч можно направить на любой участок диска.

По стандарту на компакт-дисках ширина дорожки составляет около 0,6 мкм, расстояние между соседними дорожками – около 1,6 мкм. Каждый элемент дорожки (впадина или площадка либо участок, отличающийся по отражающей способности от соседнего на записываемом диске) должен иметь протяженность от 0,9 до 3,3 мкм. Для DVD эти размеры значительно меньше. Разница в отражающей способности «темных» и «светлых» участков совсем не велика и составляет не более нескольких десятков процентов. При чтении привод лазерных дисков улавливает довольно незначительные колебания яркости отраженного луча. Когда лазерный луч сфокусирован на отражающем слое диска, создаваемое им пятно должно примерно соответствовать геометрическим размерам дорожек. Если пятно больше, колебания яркости отраженного луча становятся еще меньше, а отклонения в позиционировании усугубляют ситуацию.

Этим объясняется знакомый всем случай, когда на одном приводе диск читается нормально, на другом читается, но неуверенно, а на третьем не читается вовсе с выводом сообщения об ошибке. Парадоксально: вовсе не обязательно, что диск будет лучше всего читаться на том же приводе, на котором он был записан! Разнообразие параметров, как самих дисков, так и приводов, достаточно велико. О дешевых болванках от неизвестных производителей и доле брака среди них даже не стоит говорить. Существуют и изначально неудачные модели дисководов.

Качество привода – понятие весьма расплывчатое. К нему можно отнести тщательность и точность изготовления и сборки механики и оптики, конструктивные особенности, в том числе механизмы балансировки и компенсации люфта, свойства лазерного излучателя, а также особенности микропрограммы.

От микропрограммы зависит поведение дисковода при неустойчивом чтении проблемных дисков. В общем случае чем ниже скорость, тем больше шансов успешно считать диск с плохими оптическими характеристиками. При возникновении большого количества ошибок привод должен ступенчато снижать скорость чтения до тех пор, пока чтение не станет устойчивым, но этот механизм по-разному реализован в различных приводах. В общем случае чем ниже скорость вращения диска, тем проще требования, предъявляемые к его качеству. Согласно эмпирическому правилу о качестве привода CD или DVD можно косвенно судить по соотношению пластика/металл, то есть по весу устройства и его цене. При этом речь идет о ценах на модели одного поколения.

Хорошо известны приводы от компании Plextor. При цене, превышающей среднюю цену распространенных дисководов вдвое или втрое, они отличаются стабильностью работы и долговечностью. Кроме того, способностью прочитать даже сильно поцарапанный диск или самую некачественную болванку обладают некоторые модели дисководов марки LG. Стабильным чтением характеризовались и приводы Teac, однако модели выпуска после 2006 года по каким-то причинам стали вызывать нарекания. Опытные компьютерные пользователи, которым по роду занятий часто приходится извлекать данные с нестабильно читающихся дисков, обычно долго выбирают, а затем бережно используют дисковод. Иногда такой привод подключают к компьютеру лишь для чтения им проблемного диска, а в

остальное время отключают физически во избежание лишнего износа.

Стандарты и совместимость

Лазерные носители информации, работающие с ними приводы описаны множеством стандартов и спецификаций, а также их модификаций, расширений и дополнений. Пока пользователь записывает и читает диски на конкретном приводе отдельно взятого компьютера, эти вопросы почти никогда его не интересуют. Проблемы возникают, когда появляется диск, записанный непонятным образом. То, что привод отказывается распознать и прочесть этот диск, еще не говорит о дефекте диска или привода. Попробуем схематично разобраться во всем многообразии спецификаций.

«Железный» уровень – это физические характеристики диска, особенно его записываемого слоя, а также конструкция лазера, оптической системы привода и его датчика. Другими словами, конструкция привода должна допускать работу с дисками с определенными физическими параметрами. Здесь можно выделить основные спецификации.

- CD-ROM – штампованный диск, самый старый носитель, который должен читаться практически на любом дисковом приводе.

- CD-R – диск однократной записи с записываемым слоем на основе цианина, азо-красителя или фталоцианина:

- Hi-Speed – отличается материалом и худшей отражающей способностью записываемого слоя;

- Ultra-Speed – отличается материалом и еще более низкой отражающей способностью записываемого слоя.

- CD-RW – перезаписываемый диск с записываемым слоем на основе сплавов серебра (Ag), индия (In), сурьмы (Sb) и теллура (Te):

- Hi-Speed – отличается материалом и низкой отражающей способностью записываемого слоя;

- Ultra-Speed – отличается материалом и еще более низкой отражающей способностью записываемого слоя.

Таким образом, внутри стандарта CD уже существует семь «железных» вариантов, каждый из которых требует аппаратной поддержки. Совместимость «сверху вниз» соблюдается почти всегда: более новые приводы могут работать со всеми более старыми дисками, но не наоборот. Видимо, стандарт CD уже завершил свое развитие и постепенно уходит в прошлое, однако на CD за много лет накоплено огромное количество архивной информации:

- DVD-ROM – штампованный диск, самый первый из поколения DVD;
- DVD-R – одна из технологий DVD однократной записи;
- DVD+R – другая технология DVD однократной записи;
- DVD-RW – одна из технологий перезаписываемых DVD;
- DVD+RW – другая технология перезаписываемых DVD;
- DVD-RAM – третий вариант, отличающийся и организацией дорожек, и, частично, свойствами записываемого слоя.

Кроме того, внутри каждой из спецификаций DVD существуют одно- и двухслойные диски: двухслойные диски требуют возможности перефокусировки лазера на каждый из слоев и большего диапазона регулировки мощности луча. Это же касается одно- и двухсторонних дисков: при одинаковой общей толщине отражающий слой (слои) двустороннего диска оказываются ближе к линзе. Скоростные характеристики DVD R/RW особо не оговариваются, но более старые приводы нередко отказываются работать с новыми болванками, рассчитанными на большую максимальную скорость записи: им просто недостаточно мощности лазера. Таким образом, внутри стандарта DVD существует более двадцати возможных «железных» вариантов.

- Blu-ray Disc – новая технология, которая только начала развиваться. В этой

технологии применяется синий лазер с меньшей длиной волны, что позволяет вдвое увеличить плотность записи. Внутри стандарта уже выделены спецификации BD-R, BD-RE и BD-ROM. Кроме того, существуют одно- и двухслойные диски, а в разработке находятся четырех- и шестислойные. Каждая из этих спецификаций требует чисто аппаратной поддержки со стороны привода.

- HD DVD – прямой конкурент спецификации Blu-ray, который также использует коротковолновой лазер. Вместе с тем стандарт предусматривает те же самые структуры секторов и блоков ECC, алгоритмы коррекции ошибок и модуляцию, что и стандартные DVD. Внутри этого, еще не сформированного до конца, стандарта уже выделяются спецификации HD DVD-ROM, HD DVD-Rewritable – 1.0, HD DVD-R – 0.9, HD DVD-RAM. Существуют одно- и двухслойные диски.

Даже совершенно новый записываемый диск не является абсолютно пустым: на нем уже есть служебная дорожка с сервометками ATIP (Absolute Time In Pregroove – абсолютное время в служебной дорожке). Эта служебная дорожка нужна для системы позиционирования, которая удерживает луч лазера при записи на дорожке и следит за скоростью записи. Служебная дорожка содержит также информацию о производителе диска, материале записываемого слоя, длине дорожки для записи и т. д. Служебная дорожка не затрагивается при записи данных на диск. Некоторые системы защиты от копирования используют ее, чтобы отличить оригинал от копии.

Информацию служебной дорожки можно просмотреть, используя многие программы, например Nero Info Tool из стандартного пакета Nero (<http://www.nero.com>) или другие утилиты, предназначенные для получения развернутых сведений об аппаратной конфигурации компьютера. Проблема состоит лишь в том, что для чтения этой служебной дорожки привод должен хотя бы поддерживать данный физический тип дисков, иначе появится сообщение «диск отсутствует».

Примечание

При вставке диска в привод последний раскручивает диск и сразу же пытается считать содержимое служебной и нулевой дорожек. Лазер (в комбинированных приводах) переключается в соответствующий режим, и проверяются позиционирование и фокусировка. Считанное содержимое вводной дорожки кэшируется электроникой привода и остается в памяти, пока диск находится в дисковом. Микропрограмма интерпретирует полученную информацию и в результате выдает в интерфейс сообщение о готовности привода. Если физическое повреждение, например трещина, пришлось на эти области, находящиеся вблизи центрального отверстия, привод вообще не распознает диск. Это проблемная ситуация: обычными способами заставить привод читать такой диск, к сожалению, нельзя.

Следующий аспект совместимости касается поддержки приводом различных спецификаций, относящихся к форматам низкого уровня. Такие форматы связаны с расположением на диске дорожек, служебных записей в них и характером кодирования информации. Для CD эти спецификации описаны «цветными книгами», названными по цветам обложек официальных изданий этих стандартов. Так, «Красная книга» (Red Book – CD-DA) описывает формат аудиодисков, «Оранжевая книга» (Orange Book) содержит требования к одно- и многосеансовой записи записываемых и перезаписываемых дисков и т. п. Применительно к DVD и более новым носителям подобных спецификаций меньше: все они включены в единые стандарты для этих типов дисков.

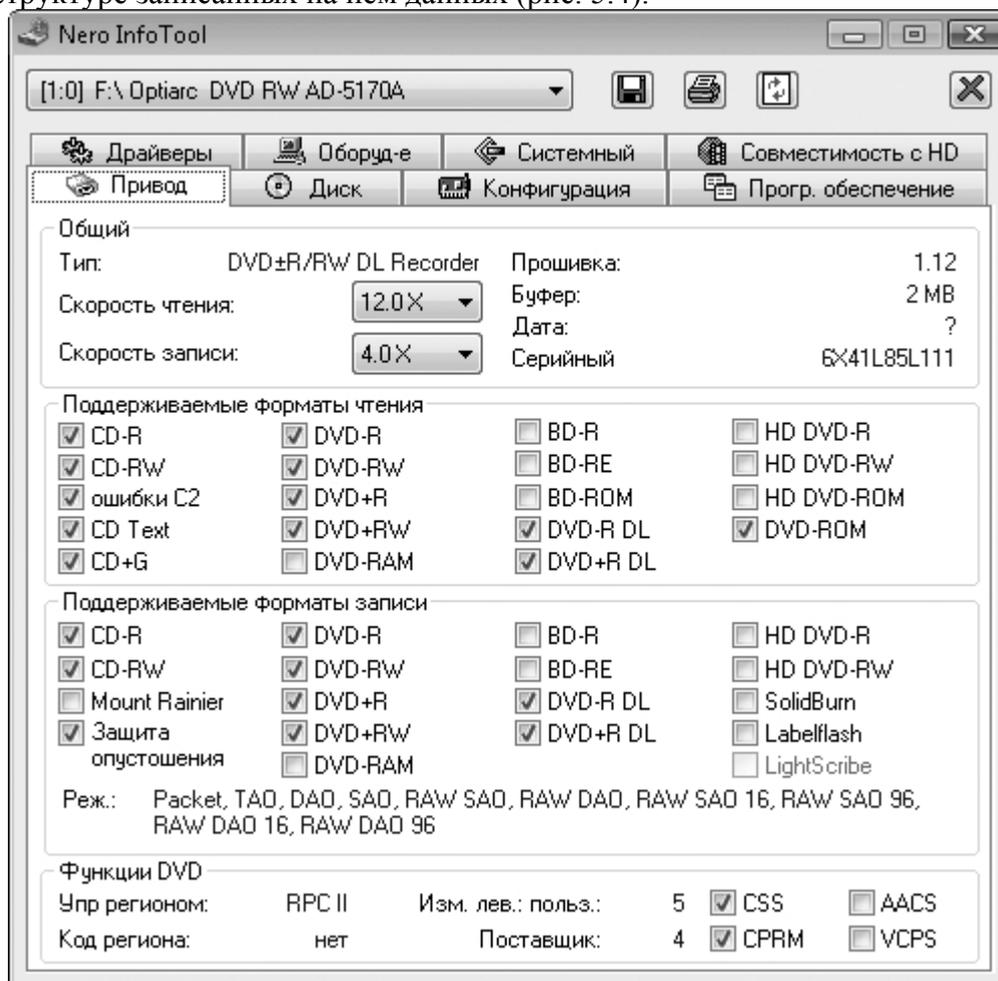
Существует много режимов записи и чтения, то есть способов размещения служебной информации на нулевой дорожке записываемых и перезаписываемых дисков. Нужно отметить, что они различаются тем, когда и куда в процессе записи помещается оглавление диска и как выглядят ссылки на сессии и дорожки. В каком-то смысле эти свойства можно сравнить с таблицей разделов жесткого диска: они связывают всю дальнейшую структуру

диска с универсальной для всех форматов записью, всегда находящейся на фиксированном месте в самом начале диска.

- Packet – пакетная запись, позволяющая пользоваться перезаписываемым диском подобно жесткому диску или flash-накопителю.
- TAO – Track-At-Once, «дорожка за раз».
- DAO – Disc-At-Once, «диск за раз».
- SAO – Session-At-Once, «сессия за раз».
- RAW SAO, RAW DAO, RAW SAO 16, RAW SAO 96, RAW DAO 16, RAW DAO 96 – расширения предыдущих режимов.

Способность привода работать с разными физическими типами носителей (CD-ROM/R/RW, DVD-ROM /±R/±RW/RAM, HD-DVD, одно– или многослойными и т. д.) однозначно определяется его «железной» конструкцией. Это устройство лазера и оптической системы, механизмов позиционирования и фокусировки. Поддержка разных режимов, в том числе одно– и многосеансовой записи либо чтения дисков, записанных такими способами, осуществляется на уровне микропрограммы или прошивки, привода. От прошивки зависит, где и как привод будет искать служебную информацию на диске, как он ее интерпретирует при чтении либо куда и как он будет помещать эту информацию при записи.

Практический вывод оптимистичен: путем обновления прошивки нередко удается наделить дисковод способностью поддерживать новые форматы. Главное – он изначально должен работать с определенными физическими типами носителей! Для восстановления данных всегда желательно иметь под рукой привод или несколько приводов с поддержкой максимального числа типов носителей, режимов и функций. Подробные сведения о приводе можно получить на вкладке Привод программы Nero InfoTool, а на вкладке Диск этой же программы можно найти все данные о типе носителя, находящегося в дисководе, а также о логической структуре записанных на нем данных (рис. 5.4).



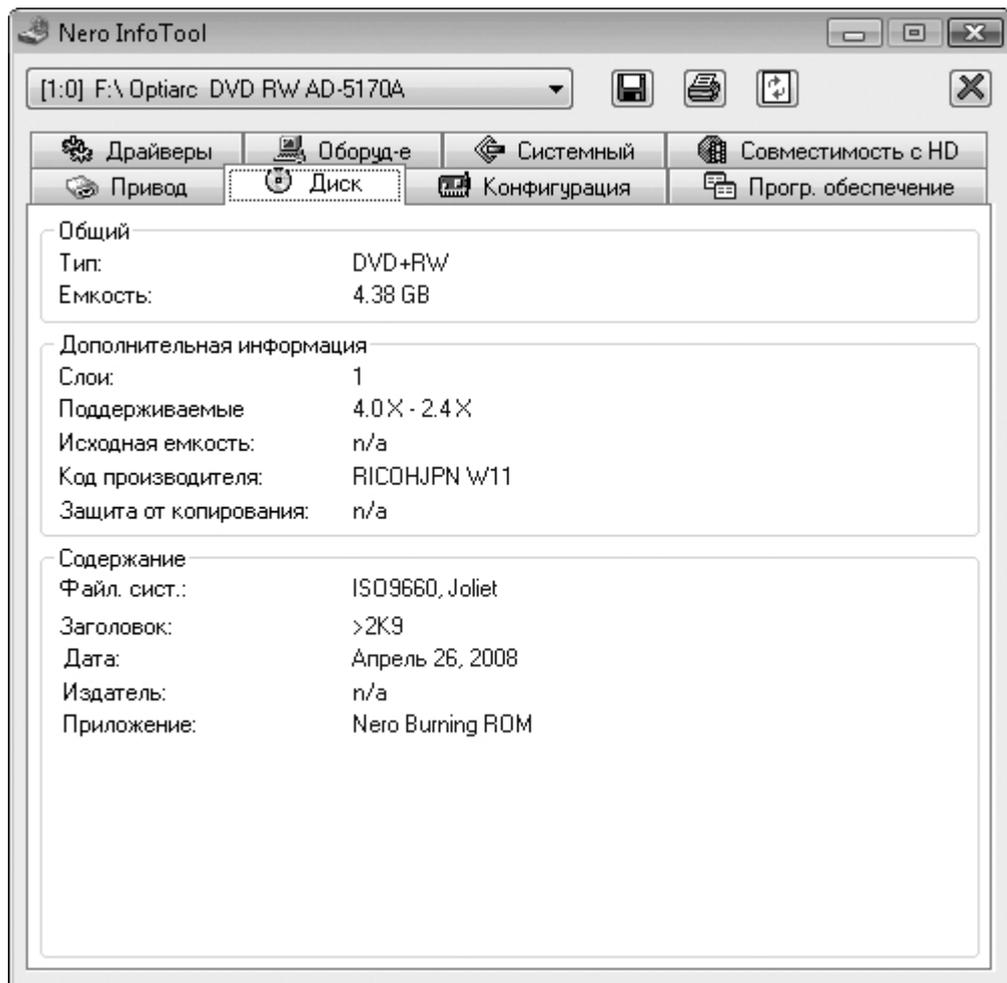


Рис. 5.4. Вкладки программы Nero InfoTool

Если в компьютере установлено несколько приводов, для просмотра информации о каждом из них выберите нужный привод в раскрывающемся списке в верхней части окна программы. Подобные сведения сообщают и другие программы диагностики и инвентаризации системы, например Everest или Fix-it Utilities.

Логическая организация данных

Под логической организацией лазерных дисков понимаются файловые системы, создаваемые на их дорожках. Для лазерных дисков, в отличие от винчестеров, гибких дисков или полупроводниковых накопителей с их системами FAT и NTFS, используются особенные файловые системы. Отчасти это связано с историей появления лазерных дисков: сначала почти все их типы предназначались для хранения аудио- и видеоинформации, а запись компьютерных (файловых) данных становилась дополнительной сферой применения этих носителей. Создание файловой системы неразрывно связано и зависит от операционной системы и программ для записи дисков.

Самая старая и распространенная файловая система – **ISO 9660** (ECMA-119). Это базовый стандарт файловой системы для CD-ROM. В терминах этой файловой системы дорожка называется томом. Том разбивается на логические сектора с логическими адресами (LSN – Logical Sector Number). Размер логического сектора равен 2048 байтам. В начале тома находится системная область длиной 15 секторов, в которой хранятся так называемые *дескрипторы тома* и загрузочная запись. С 16-го сектора начинается область данных, которая продолжается до конца дорожки. Внутри тома (в области данных) находятся собственно данные:

- разделы тома;
- таблицы путей;
- дескрипторы директорий;
- директории;
- сами файлы.

Таким образом, файлы образуют древовидную структуру каталогов. Для ускорения поиска файлов для каждой директории создается также таблица путей (path table). Она содержит адрес экстента (файла или директории), длину записи расширенных атрибутов, номер родительской директории и идентификатор директории. Каждая директория получает номер, причем корневой директории присваивается номер 1. Директории в таблице путей сортируются по возрастанию глубины иерархии, далее – по возрастанию номера родительской директории и, наконец, по идентификатору директории в алфавитном порядке. Таблицы хранятся в двух вариантах (LSB и MSB) и могут существовать в двух копиях. Это повышает степень устойчивости данных.

Согласно стандарту оглавление отсортировано в алфавитном порядке, директории находятся в начале вне зависимости от реального расположения файлов на диске. Сортировка внутри директории также происходит по именам файлов. Чтобы диски могли читаться различными операционными системами, внутри стандарта ISO 9660 предусмотрены три уровня совместимости.

- Level 1. Совместимость с MS-DOS: длина имени файла или директории до 8 символов, длина полного пути к файлу – до 256 символов, а глубина вложенности папок и файлов не превышает восьми. Файл на диске должен быть непрерывным.

- Level 2. Совместимость с операционной системой Windows 95/98. Разрешается использовать имена файлов длиной до 30 символов, не считая точки и расширения.

- Level 3. Файл может состоять из нескольких фрагментов. С дисками, файловая система которых соответствует этому уровню, могут работать только операционные системы Windows 2000/XP/Vista и некоторые системы Linux.

На записываемых и перезаписываемых дисках до закрытия сессии создается таблица оглавления (Table of Content – TOC). При закрытии сессии она переписывается на нулевую дорожку. Эта таблица содержит указания на размещение записей файловой системы. При быстром стирании перезаписываемого диска стирается только эта таблица, а файлы в области данных не затрагиваются. На этом основано восстановление данных после непреднамеренного стирания диска.

Расширение **Rock Ridge Interchange Protocol** файловой системы ISO 9660 дополнило список возможных атрибутов директорий и файлов. Эта файловая система полностью поддерживается операционной системой Unix. На компьютерах с операционной системой Windows такие диски могут читаться, но с некоторыми ограничениями (ограничение касается длинных имен файлов).

Стандарт **Joliet** был разработан корпорацией Microsoft и также является расширением файловой системы ISO 9660. В этом стандарте обходится ряд ограничений, ранее наложенных стандартом ISO 9660 на длину имен файлов и директорий, вложенность директорий. Имена записываются двухбайтовыми символами Unicode. Таким образом снято ограничение на использование в именах файлов и папок только символов ASCII. Таблицы Unicode хранятся в отдельном дополнительном заголовке, который ISO 9660 совместимые программы игнорируют, обеспечивая обратную совместимость.

Спецификация загружаемого CD-ROM **El Torito** определяет формат загрузочной записи, находящейся среди дескрипторов тома файловой системы ISO 9660, и ее интерпретацию в BIOS. Диски, несущие такую загрузочную запись, могут при загрузке с них компьютера эмулировать один из стандартных типов носителей: от гибкого диска 5.25 до винчестера. В остальном на этих дисках используется та же файловая система ISO 9660.

UDF (Universal Data Format) – относительно новая файловая система для CD-RW и DVD. Смысл этой файловой системы в том, что на диске предварительно размечаются

области (пакеты) постоянной или переменной длины. Каждый пакет начинается заголовком и несет в себе файл или часть файла. В результате каждый файл или фрагмент файла хранится в отдельном пакете вместе со своим описанием и может быть стерт или перезаписан независимо от других.

Для работы с этой файловой системой со стороны привода нужна поддержка пакетной записи и чтения на уровне его микропрограммы, а в операционной системе должны быть установлены драйвер UDF и программа для пакетной записи, например Nero In-CD или DirectCD. Полноценная поддержка формата UDF реализована в операционной системе Windows Vista. Для совместимости при чтении на диске может записываться виртуальная таблица содержания VTOC ISO 9660 level 3, как это предусмотрено спецификацией UDF Bridge. Необходимая часть файловой системы UDF, начиная с версии 1.5, – таблица VAT (Virtual Allocation Table). При отсутствии или повреждении этого элемента операционная система не может обнаружить файлы на диске.

DVD-Video и DVD-Audio используют файловую систему micro-UDF (подмножество UDF, ISO 13346). Размер файла должен быть не более 1 гигабайта, а имена файлов могут иметь длину до 255 символов Unicode. Видеофайлы должны лежать в каталоге VIDEO_TS, аудио – AUDIO_TS. В целях защиты от несанкционированного копирования DVD-Video и DVD-Audio должны шифроваться системой CSS. Спецификация UDF Bridge является комбинацией ISO 9660 и MicroUDF.

Посекторная, или побайтовая, копия – образ диска – делается независимо от того, какая файловая система на этом диске используется и являлась ли запись пакетной. Все дальнейшие операции по извлечению данных с поврежденного диска должны учитывать особенности файловой системы на нем.

Причины потерь данных

Все причины целесообразно разделить на физические и логические, хотя такое деление довольно условно.

Нужно отметить, что нечитаемость диска на конкретном приводе еще не является причиной потери данных. Неважно, что это тот же самый привод, на котором диск записывался. Возможно, со временем сбилась юстировка оптики или уменьшилась мощность лазера. Это обычное явление – современные массовые приводы исправны немногим дольше гарантийного срока. Объяснение этому надо искать в маркетинговой политике фирм-изготовителей: грязь, попавшая на посадочную площадку шпинделя, способна привести к таким биениям вставляемого диска, что система фокусировки просто не успевает установить оптимальное положение фокусирующей линзы. Загрязнение самой линзы тоже может стать серьезной причиной того, что некоторые диски не распознаются и не читаются приводом. Отсюда вывод: для чтения проблемного диска нужен, в первую очередь, хороший дисковод!

Деградация материалов диска приводит к уменьшению амплитуды отраженного сигнала. Диапазон чувствительности датчика – один из важнейших показателей «качества привода CD или DVD. Вполне возможно возникновение ситуации, когда даже Plextor за \$300 не сможет прочитать диск, – это практически безнадежная ситуация.

Трещины и сколы тоже очень распространенное явление. Диск со сквозной трещиной восстановлению практически не подлежит, тем более внутри дисковода его легко может разорвать центробежной силой. Менее вредны трещины на периферии.

Царапины на прозрачной поверхности диска приводят к рассеиванию луча, из-за чего лазер не может прочитать отдельные сектора. Радиальные царапины наносят меньший ущерб, чем концентрические. За счет чередования секторов далеко не всякая радиальная царапина способна затенить участки диска так, чтобы микропрограмма привода не смогла их восстановить, основываясь на избыточных кодах коррекции ошибок. Круговая царапина,

особенно если она расположена в центральной части, легко может закрыть несколько последовательно идущих секторов. Многие царапины удается замазать и отполировать разными способами.

Механические повреждения отражающего или записываемого слоя через этикетку и защитный слой являются необратимыми и ведут к безвозвратной потере информации. Самая частая причина таких повреждений – метки и надписи, наносимые непригодными для этого маркерами и ручками.

Попытки прочитать диск с грубыми дефектами нередко приводят к зависанию компьютера – это неприятная особенность аппаратного интерфейса и операционной системы Windows. Из этих соображений тестовый привод надежнее подключать на отдельный шлейф IDE или пользоваться приводом с интерфейсом SATA.

К логическим ошибкам можно отнести последствия программных сбоев при записи диска. В этих случаях искажаются записи ТОС или таблиц файловой системы. Диск определяется приводом, но часть его содержимого бывает недоступна. Однако точно так же могут проявляться последствия физического повреждения секторов, несущих названные структуры.

Восстановление данных при физических повреждениях

Лазерные диски способны пострадать от самых разных причин: изгибов, ударов и царапин, высокой и низкой температуры, солнечного света, жидкостей и просто от времени. Хотя производители тщательно продумывают химическую совместимость материалов, из которых изготавливаются диски, они неизбежно деградируют, взаимодействуя друг с другом. Даже алюминиевый отражающий слой обычных CD/DVD-ROM подвержен коррозии. Заявленная долговечность записываемых и перезаписываемых дисков составляет десятки лет, однако на практике многие дешевые болванки малоизвестных фирм, безымянные технологические болванки обладают сроком годности от двух до пяти лет.

На лазерных дисках физические проблемы, кроме деградации слоев, почти всегда видны невооруженным глазом. Разумеется, нечитаемый диск в первую очередь нужно тщательно осмотреть при хорошем освещении и под разными углами. Можно заметить сколы и трещины, потертости и царапины разной степени на поверхностях диска. Бывает, что нижняя, прозрачная сторона диска от неаккуратного хранения становится почти матовой. К физическим загрязнениям можно отнести и множество других загрязнений: от жирных пальцев до полной засаленности или налета от табачного дыма. Во всех этих случаях диск читается с ошибками либо вообще не распознается приводом.

Загрязнения

Каждому известно, что, если лазерный диск не читается, его, прежде всего, нужно протереть. Протирание диска первым попавшимся под руку платком, рукавом или полотенцем – верный способ в дополнение к имеющейся грязи нанести на диск еще и царапины. При очистке диска рекомендуется придерживаться нескольких простых правил.

- Нужно использовать салфетки из многократно выстиранной неворсистой мягкой ткани, например бязи или фланели. Продаются и специальные готовые нетканые салфетки, уже смоченные очищающим раствором.

- В качестве жидкости для очистки дисков, помимо готовых фирменных растворов, подходят распространенные стеклоочистители, 0,5–1 %-ные растворы бытовых моющих средств типа Fairy или «Мистер Мускул», водный раствор этилового или изопропилового спирта или их смеси концентрацией от 10 до 40 %.

- При протирании диска основные движения должны быть направлены радиально – от краев к центру.

Иногда рекомендуют сначала очистить диск тряпкой с раствором, а потом под струей

воды. После этого диск лучше всего обсушить салфеткой. Если при этом совершать только промакивающие движения и не тереть поверхность, в качестве салфетки можно использовать и мягкую туалетную бумагу. Хотя из-за минеральных включений любая бумага, кроме специально изготовленных бумажных салфеток для оптики, не очень подходит в качестве протирочного материала.

Трещины

Трещины могут повредить не только данные на диске, но и тот привод, в который этот диск будет вставлен. Под действием центробежной силы трещины способны расширяться, а диск вполне может порвать на части внутри дисководов. На месте трещины почти всегда возникает ступенька отражающего слоя, и на расстоянии нескольких миллиметров до или после трещины лазерный луч оказывается несфокусированным. Система фокусировки не успевает отработать меняющееся расстояние до отражающей поверхности, и в чтении появляются заметные провалы.

Бороться с трещинами, заливая их клеем или укрепляя диск как-либо еще, практически бесполезно. За счет внутренних напряжений в пластмассе края трещин расходятся на большую величину, чем допустимая ошибка в позиционировании луча. И заделка трещины все равно не решит проблему ошибок чтения. Тем не менее треснувший диск можно подклеить с верхней стороны скотчем или пленкой типа «Оракал». Это, по крайней мере, предотвратит разлет осколков диска в приводе. Встречаются советы приклеить на треснувший диск другую ненужную болванку или тот прозрачный вкладыш, которым обычно закрывают стопку дисков внутри промышленной упаковки-бобины. Двойной диск, скорее всего, не пройдет в привод по толщине, поэтому читать его придется на доработанном приводе. В любом случае, если имеется диск даже с крошечной и несквозной трещиной, стоит предварительно приостановить дисковод одним из программных средств. В качестве примера можно рассмотреть Nero Drive Speed.

Эта утилита входит в состав пакета Nero (<http://www.nero.com>), но по умолчанию не устанавливается. Чтобы воспользоваться программой Nero DriveSpeed, следует в процессе установки пакета Nero указать вариант Полная установка или выбрать эту утилиту в группе Инструменты при выборочной установке.

1. Запустите программу (Пуск → Все программы → Nero → Инструменты → Nero DriveSpeed). Откроется окно программы (рис. 5.5), а в области уведомлений Панели задач появится ее значок.

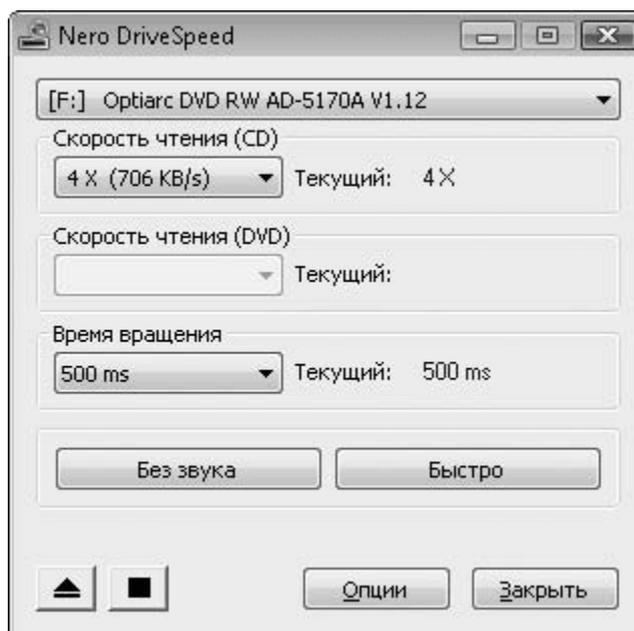


Рис. 5.5. Окно программы Nero DriveSpeed

2. В раскрывающемся списке в верхней части окна выберите дисковод, скорость которого нужно ограничить.

3. В раскрывающихся списках Скорость чтения (CD) и Скорость чтения (DVD) выберите минимальную скорость.

4. В раскрывающемся списке Время вращения выберите время, в течение которого диск будет раскручиваться перед началом чтения. Этот параметр в рассматриваемом случае не столь важен.

Ограничение скорости действует до тех пор, пока программа работает и ее значок остается в области уведомлений Панели задач. Для выхода из программы и снятия ограничений щелкните правой кнопкой мыши на этом значке и в открывшемся меню выберите команду Выход.

Кроме этой программы, существует много утилит для «торможения» приводов лазерных дисков. Все они бесплатны и работают практически одинаково. Некоторые обладают полезными дополнительными функциями, например напоминают о диске, забытом в дисководе при выключении компьютера, или позволяют блокировать лоток.

- CDSpeed (<http://www.asus.com.tw/download/multimedia/cdrom-audio.htm>). Существует еще несколько программ с таким же названием.

- CD-ROM Tool (<http://cdromtool.hopto.org>).

- CDSlow (<http://cdslow.webhost.ru>).

Царапины

Как уже было сказано, механические повреждения со стороны отражающего или записываемого слоя лазерного диска всегда необратимо уничтожают информацию в этом месте. Если повреждены служебные области, диск почти никогда не распознается приводом и восстановление данных с него, скорее всего, невозможно. Точечные дефекты в области данных не мешают приводу распознать и прочесть диск, но поврежденные участки восстановлению также не подлежат.

Гораздо лучше дело обстоит с царапинами на нижней поверхности пластины. Есть два пути устранения таких дефектов:

- заполнить дефекты прозрачным материалом с близким к поликарбонату коэффициентом преломления. Затем может понадобиться финишная шлифовка и полировка;
- равномерно отшлифовать поверхность пластины до дна самых глубоких дефектов, а затем отполировать ее.

«Партизанские» варианты первого способа кочуют по страницам форумов в Интернете уже второй десяток лет. В качестве заполнителя предлагаются нитроцеллюлозные клеи и лаки, автомобильные и мебельные полироли на восковой основе. При обработке диска важно обеспечить хорошую адгезию материалов, иначе пломбу может вырвать центробежной силой при вращении диска. Кроме того, состав должен обладать минимальной усадкой при высыхании и отвердевании, хорошо шлифоваться и полироваться.

Существуют и другие средства – специальные одно- и двухкомпонентные полимерные компаунды, которые выпускают многие производители оргтехники и дисков. В их числе – паста DataFlash Disc Repair 1210, наборы VINTECH Dr. Clean VC-2000, Nama 49838, Nama 4819, Digitex DCACLRK-05-BL, Digitex DG-010-C, Maxell Disc Scratch Repair Kit (рис. 5.6) и др.



Рис. 5.6. Набор для восстановления поверхности дисков

В состав набора обычно входят тюбик с пастой и полировочные салфетки. Цена такого набора составляет от \$5 до \$20, а 5 г пасты хватает для восстановления 10–20 дисков. В некоторые наборы входят две пасты или жидкости: одна для более грубой полировки, а вторая для завершающей обработки поверхности.

Более совершенными являются фотополимерные компаунды. Они позволяют заполнить достаточно глубокие царапины до 0,3–0,5 мм, поскольку не содержат растворителей и сохраняют практически неизменный объем в процессе полимеризации на свету. В комплект с таким компаундом входит стеклянная пластина-матрица.

1. Диск обезжиривается спиртом и высушивается.
2. В царапину вровень с ее краями шприцом вносится компаунд.
3. Матрица прижимается к поверхности диска так, чтобы разровнять компаунд.
4. Все вместе помещается на несколько минут под кварцевую лампу или просто на прямой солнечный свет.
5. После отвердевания компаунда матрица отделяется от поверхности диска.

«Партизанские» методы шлифовки столь же стары, сколь и способы заделки царапин. Нужно отметить, что ручной шлифовкой и полировкой можно удалить только поверхностные царапины и потертости диска. Дело в том, что недостаточно выровнять царапины: для фокусировки лазера очень важно сохранить геометрическую плоскость поверхности диска, а даже малейшие волны оказывают столь же пагубное действие, как и сами царапины. Для полировки поверхностных дефектов обычно предлагается паста ГОИ или «Ювелирная», нанесенная на фланелевую или замшевую салфетку. Для устранения

более грубых царапин иногда рекомендуют сначала использовать зубной порошок (современные неабразивные зубные пасты для этого малопригодны), а затем, после промывки поверхности, завершить полировку той же пастой ГОИ. Можно встретить даже советы по полировке диска пастой ГОИ подушечками пальцев – так можно обнаружить мельчайшие неровности. Правда, руки потом придется долго отмывать керосином.

Приемы шлифовки и полировки разнообразны, и их можно освоить только практически. У любого пользователя найдется множество давно не нужных старых дисков. Попробуйте царапать такие диски до появления сбоев при их чтении, а затем восстанавливать поверхность разными способами.

Примечание

Для лабораторных работ по восстановлению информации программными методами имитировать повреждения диска еще проще. Наклеивайте на прозрачную сторону диска кусочки непрозрачного скотча разной формы и размера в разных местах. Эта операция обратима и поможет легко изобразить любые дефекты.

Для эффективной, а главное геометрически точной шлифовки дисков разработано и продается множество устройств. Все они построены по типу шлифовального станка. В роли абразивного элемента выступает диск или шайба из волокнистого синтетического материала, который в процессе работы смачивается смесью спиртов и поверхностно-активных веществ.

Самое простое приспособление подобного рода – Doctor Series Advanced Disc Repair System (рис. 5.7) с ручным приводом – выпускает компания Digital Innovations (www.digitalinnovations.com). Восстанавливаемый компакт-диск и лепестковый шлифовальный круг (на фотографии он похож на вентилятор) вращаются во взаимно перпендикулярных плоскостях. Сверху в корпус вставляется флакон со смачивающей жидкостью – 0,5 %-ным водным раствором изопропилового спирта. Жидкость по каплям поступает на шлифовальный круг. Круги являются расходным материалом, а одного круга хватает на шлифовку примерно 50 дисков. Розничная цена этого устройства в российских интернет-магазинах составляет около \$30.



Рис. 5.7. Приспособление для шлифовки дисков

Более современными являются приборы с электроприводом от компании Aleratec (<http://www.aleratec.com>). Любопытно, что сам изготовитель позиционирует их как оборудование не только для компаний, занимающихся восстановлением информации, но и для видеосалонов и пунктов проката. Видимо, в США цены на лицензионные DVD, выдаваемые напрокат, делают их восстановление более чем оправданным с экономической точки зрения.

Aleratec DVD/CD Disc Repair Plus – прибор, внешне похожий на CD-плеер (рис. 5.8). Восстановление диска занимает от одной до пяти минут. Для шлифовки необходимо нанести три капли смачивающей жидкости на шлифовальную шайбу, положить сверху диск, закрыть крышку и нажать кнопку Repair (Отремонтировать). Две другие кнопки на корпусе устройства служат для выбора режима – от поверхностной шлифовки до удаления более глубоких царапин. Прибор стоит около \$40, а набор расходных материалов (шайбы и жидкость), которого хватает примерно на 30 дисков, – еще \$35.



Рис. 5.8. Aleratec DVD/CD Disc Repair Plus

Aleratec DVD/CD Disc Repair CG (рис. 5.9) – мощный профессиональный аппарат ценой около \$550. Он снабжен системой непрерывной подачи жидкости и таймером. Восстановление диска занимает до пяти минут.



Рис. 5.9. Aleratec DVD/CD Disc Repair CG

В случае, когда на диске видны механические повреждения, прежде всего стоит

попытаться прочитать такой диск на уже испытанных приводах, скорость которых снижена до минимума. Чем больше приводов будет использовано, тем выше вероятность, что какой-то из них удовлетворительно справится с задачей. В отличие от других носителей, дальнейшего повреждения диска во время чтения здесь опасаться не стоит. Постарайтесь сначала сохранить тот образ, который удастся восстановить с диска в его исходном состоянии. Этот образ лучше оставить до конца работ по восстановлению информации. Хотя шансы окончательно испортить диск при устранении царапин очень малы, лучше все же перестраховаться. Затем можно спокойно устранить или заполировать дефекты поверхности. Возможно, после этих процедур диск сразу удастся прочитать штатными средствами операционной системы! Если же исправление механических дефектов не дало существенных результатов, начните восстанавливать информацию программными средствами из лучшего, наиболее полного образа.

Чтение диска с разрушенной служебной областью

Как уже отмечалось, при повреждении центральной области диска, где находится нулевая дорожка, этот диск просто не распознается приводом. Обнаружив, что в процессе чтения оглавления диска возникли критические ошибки, микропрограмма привода отказывает такому диску в обработке, несмотря на то что содержимое ТОС дублировано по всей спиральной дорожке. В результате после вставки диска дисковод продолжает считать, что диска в нем нет, индикатор готовности на передней панели, помигав, гаснет и какие-либо дальнейшие действия невозможны.

Примечание

Привод выдает в интерфейс служебные сообщения о своем состоянии. Эти сообщения (Error codes или Sense Codes), в шестнадцатеричном формате, описаны стандартом MMC-3. Так, например, код 2/3A/01 (Medium not present – tray closed) означает, что лоток закрыт, и диска в дисковом нет; код 3/11/00 (Unrecovered read error) – неисправимая ошибка чтения и т. д. Всего таких кодов 40. Операционная система Windows, как правило, интерпретирует их обобщенно – как отсутствие диска в приводе, ошибку чтения или ошибку записи (обычному пользователю подробности не нужны). Истинные значения кодов демонстрируют некоторые программы, например IsoBuster, или служебные утилиты от производителей дисководов.

Все прикладные программы обращаются к приводу CD/DVD через его интерфейс, и если микропрограмма отказалась признать наличие диска в приводе, этого диска «не существует» ни для операционной системы, ни для любой из программ восстановления данных. Нам же нужно каким-то образом прочитать содержимое диска программами, о которых пойдет речь далее, и хотя бы получить посекторный образ: из этого образа затем легко будет извлечь полезную информацию.

Для решения проблемы придется вскрывать сам привод. Устройство для чтения дисков с разрушенной служебной или нулевой дорожкой желательно делать из привода, который не жалко подвергнуть небольшому упрощению. Лучше всего для этих целей подойдет достаточно старый низкоскоростной привод – эти устройства обладали надежной механикой и оптической системой, а их микропрограммы были довольно просты.

Можно вспомнить тот факт, что для работы с диском на уровне секторов таблица ТОС не слишком необходима. Приводу нужны лишь три основных поля ТОС: стартовый адрес первой дорожки, чтобы знать, откуда начинать чтение; адрес выводной области диска, чтобы знать, до каких пор можно перемещать каретку; адрес следующей вводной области (только для многосессионных дисков). Стартовый адрес для всех дисков одинаков: он всегда равен 00:02:00 по временному коду, что соответствует нулевому адресу LBA. Адрес Lead-Out (выводной области) напрямую зависит от объема диска, но достаточно, чтобы полученный

микропрограммой адрес был не меньше действительного адреса выводной области этого диска, иначе все расположенные дальше сектора окажутся недоступными. Если установить адрес Lead-Out на 80 или даже 90 минут, есть гарантия, что вся поверхность диска будет доступна приводу. Наконец, после вставки диска данные ТОС кэшируются в собственной памяти привода и сохраняются там до тех пор, пока диск не будет *корректно* извлечен.

Микропрограмму можно обмануть: сначала дать приводу распознать диск с исправной служебной областью, а затем *подменить* его испорченным диском! О том, что диск извлечен, а затем загружен новый, микропрограмма судит по срабатыванию датчика лотка привода или нажатию кнопки извлечения диска. Достаточно извлечь нормальный диск, не нажимая кнопку и не выдвигая лоток, а затем точно так же вставить восстанавливаемый диск. В качестве нормального диска проще всего взять любой CD-ROM с записанным на нем фильмом объемом около 700 Мбайт. В таком случае данные ТОС этого диска подойдут к любому восстанавливаемому CD-ROM. Точно так же для восстановления CD-R понадобится правильный CD-R, а для CD-RW – аналогичный CD-RW.

1. Разберите привод. Снимите верхнюю крышку и траверсу, на которой находится пластмассовый «пяточок» с магнитом, прижимающий диск к посадочной площадке шпинделя. Извлеките этот «пяточок» – им нужно будет фиксировать диск вручную.

2. Подключите привод к компьютеру. Включите компьютер. Желательно ограничить скорость вращения диска программным способом.

3. Откройте лоток штатной кнопкой. Затем закройте лоток, одновременно положив на шпиндель хороший диск и прижав его магнитным «пяточком».

4. Дождитесь, когда привод распознает диск и остановит его вращение. Осторожно снимите прижимной «пяточок», диск и вставьте диск, который нужно восстановить (рис. 5.10). На фотографии на треснувший диск наклеен кусок пленки «Оракал», а для балансировки симметрично приклеен второй квадрат.



Рис. 5.10. CD-ROM, подготовленный для «обмана»

5. Запустите одну из программ, рассмотренных в следующем разделе, например AnyReader или ISO Buster. Снимите посекторный образ диска этой программой. Пользуясь кэшированными данными ТОС, привод благополучно начнет читать секторы подмененного диска. Открывать диск штатными средствами Windows бессмысленно – операционная система тоже кэширует данные о диске и будет искать на нем те файлы, которые были на правильном диске!

Подобная методика не всегда приводит к успеху, но применить ее все же стоит. Если

поврежденный диск не удалось инициализировать даже таким способом, остается его утилизировать.

Программное восстановление данных

Особенность чтения/восстановления лазерных дисков в том, что многократное чтение одних и тех же участков иногда приводит к успеху. Если участок винчестера или ячейка flash-накопителя, которые не удается считать с первой попытки, абсолютно неисправны, то на лазерном диске неудачи при чтении нередко связаны с тем, что колебания отраженного луча оказываются «чуть за гранью распознавания». При повторной перефокусировке, очередном позиционировании каретки либо просто от вибрации во время очередной попытки чтения сектор может быть успешно прочитан, поэтому все программы, работающие с лазерными дисками, предусматривают возможность многократного чтения одних и тех же участков, если их нельзя прочитать с первого раза.

При восстановлении данных с лазерных дисков понадобятся три вида программ.

- Программы, позволяющие создать посекторный образ диска с пропуском или многократными попытками чтения дефектных секторов.

- С этой задачей хорошо справляются известные программы CloneCD и CloneDVD, хотя изначально они предназначались для копирования защищенных дисков.

- Среди специальных средств известны программы IsoBuster, AnyReader, Dead Disk Doctor. Эти же программы позволяют в дальнейшем извлекать файлы из полученного файла-образа и являются наиболее полезными при восстановлении данных с нечитаемых дисков.

- Программы для копирования файлов с поврежденного диска, заменяющие штатную процедуру операционной системы Windows. Они способны многократно считывать проблемные сектора и не вызывают сбоя системы при встрече с такими секторами. Это программы АКОЛЬ, BadCopyPro и др.

- Программы, способные извлечь данные с диска с поврежденной файловой системой, или восстановить файлы, удаленные с перезаписываемого диска. Эти программы с равным успехом работают и с лазерным диском, и с его файлом-образом. На первом месте стоят рассмотренные ранее пакеты R-Studio и Easy Recovery.

Наконец, не стоит забывать о HEX-редакторах и дисковых редакторах. При наличии определенных навыков, желания и неограниченного времени ими тоже можно извлечь немало ценных данных из образов дисков. Почти все спецификации логической организации лазерных дисков есть в открытом доступе, хотя объем этих документов порой настораживает.

Программа IsoBuster

Эта программа считается таким же фактическим лидером в восстановлении информации с лазерных дисков, как программа R-Studio в восстановлении данных вообще. Новые версии программы с поддержкой многих языков, в том числе русского, доступны на сайте <http://www.isobuster.com>.

Программа обладает большим количеством настроек. Окно Настройки содержит пять вкладок, вызываемых командами меню Настройки. Внутри каждой из этих вкладок есть вложенные вкладки двух уровней (рис. 5.11).

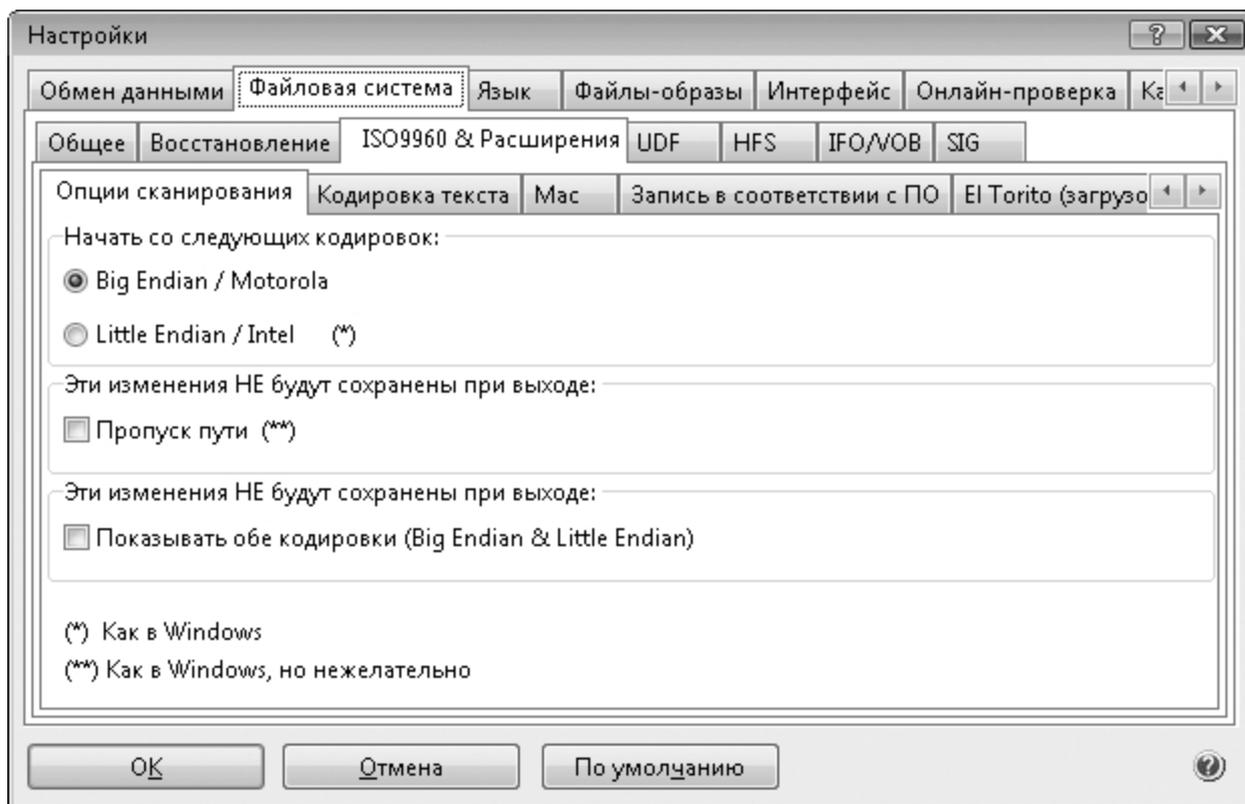


Рис. 5.11. Окно настроек

Вообще, настройки по умолчанию уже подходят для большинства ситуаций. Вот лишь некоторые уточнения в порядке расположения вкладок.

- Обмен данными → Параметры чтения. Здесь задаются число попыток чтения и задержка перед повтором.

- Попытки переноса мультиблоков. Современные приводы считывают несколько блоков за один раз (мультиблок). Если в процессе чтения возникла ошибка, программа сначала дает приводу команду вновь прочесть сбойный мультиблок, и данный параметр определяет число этих попыток. По умолчанию значение равно 2. Каждая попытка занимает около 30 секунд, и при наличии большого числа дефектных секторов и не самых ценных данных в этих секторах, число попыток можно и уменьшить. Наоборот, если данные требуется извлечь обязательно, число попыток можно увеличить до 6, но время создания образа в таком случае может оказаться очень большим.

- Попытки переноса одного блока. Если все попытки штатного чтения мультиблока потерпели неудачу, привод затем попытается считать поврежденный блок индивидуально. Число таких попыток по умолчанию равно трем, но можно увеличить его до шести.

- Использовать задержки на современных приводах не стоит – оптимальная пауза между попытками определяется на уровне микропрограммы дисковода. Однако в редких случаях установка этого флажка позволяет прочесть некоторые сектора, иначе недоступные.

- Файловые системы. По умолчанию в эту группу вкладок включены все функции. Это вполне разумно, если пользователь не знает конкретно, что может храниться на восстанавливаемом диске.

- Интерфейс → Значки. На быстро работающем компьютере полезно установить флажки в группе Показ этих значков, чтобы в окне программы рядом с файлами и другими объектами отображались дополнительные значки, указывающие на состояние этого объекта.

- Временный каталог по умолчанию создается во временном каталоге пользователя, то есть C: \Users\%User%\AppData\Local\Temp\. При работе с большими дисками, например DVD, целесообразно задать временный каталог программы на том диске, где больше

свободного места.

Процесс восстановления данных можно организовать двояко: либо сначала создать образ и в дальнейшем работать именно с ним, либо работать напрямую с лазерным диском. Если учесть, что на современном компьютере проблемным наверняка окажется процесс чтения диска, целесообразнее использовать первый вариант. Работа с образом – процессорная задача, и каждая попытка обработки образа на жестком диске пройдет гораздо быстрее, чем та же попытка, связанная с непосредственным обращением к испорченному носителю. В то же время, если нужно восстановить с диска вполне определенный файл или папку, создавать образ диска не стоит – сначала нужно попытаться найти и восстановить один этот объект.

1. Запустите программу. Выберите в раскрывающемся списке в верхней левой части окна нужный дисковод. Через короткое время появится дерево сессий, дорожек и папок, а справа от него в рабочей области окна – содержимое выбранной папки.

2. Попробуйте найти нужные файлы или папки. Если они есть в списке, можно продолжить работу, используя простые средства. Щелкните правой кнопкой мыши на нужном объекте. Появится контекстное меню (рис. 5.12). В этом меню доступны несколько действий.

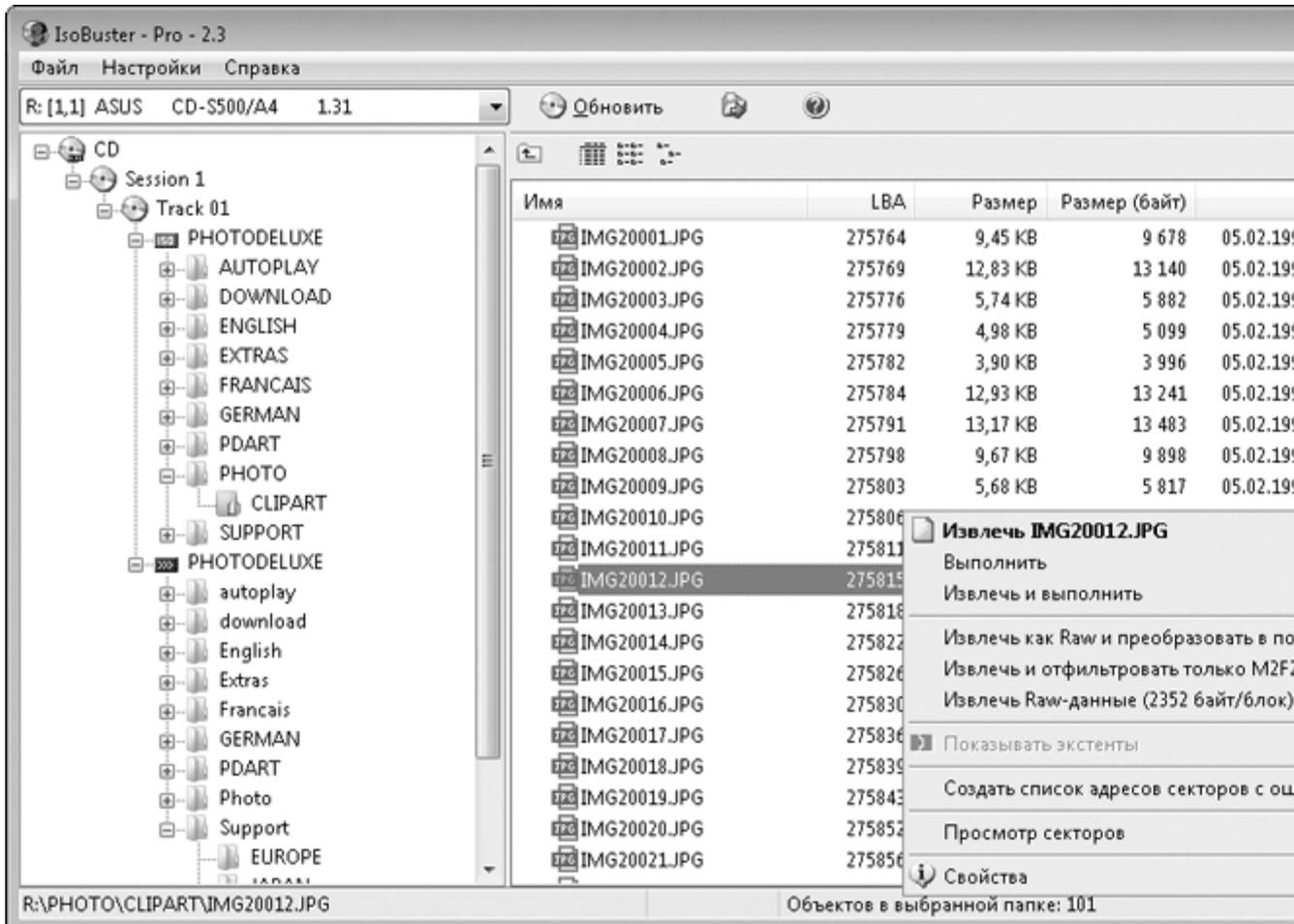


Рис. 5.12. Главное окно программы и контекстное меню объекта

Команда Извлечь имя_файла на уровне дисковода из прочитанных блоков извлекает полезную информацию (2048 байтов из блока) и затем сохраняет в указанное место в виде файла. Точно так же можно извлечь содержимое целой папки, сессии или дорожки с сохранением структуры файлов и папок. Вариантами этой команды являются команды Выполнить и Извлечь и выполнить.

При выполнении команды Извлечь как RAW и преобразовать в пользовательские данные на уровне привода полностью извлекаются и передаются в интерфейс сырые (Raw)

данные блоков, а программа IsoBuster извлекает из них содержательную часть и сохраняет ее в виде файлов.

Функция Извлечь и отфильтровать только M2F2 MPEG кадры полезна только для извлечения видеоданных с видеодисков. Полученный файл с расширением MPG затем сохраняется на жесткий диск и может быть просмотрен обычными программами-проигрывателями.

При выполнении команды Извлечь RAW-данные (2352 байт/блок) извлекаются и сохраняются полные сырые (Raw) данные блоков. Чтобы выделить избыточную информацию, такой файл должен быть впоследствии обработан программой восстановления файлов определенного формата или отредактирован вручную в HEX-редакторе. При восстановлении DVD эта функция неприменима, так как на DVD блоки содержат лишь пользовательские данные.

3. Сохраните выбранную папку или файл на жесткий диск. Это самый простой и удачный вариант восстановления данных.

Если на диске серьезно искажена файловая система, структура папок в окне программы не появится. В таком случае целесообразно сначала сохранить бинарный образ диска, сессии или дорожки, а затем попробовать извлечь из него полезную информацию этой же или другой программой. Извлечение образа дорожки или сессии оправдано при работе с аудио- и видеодисками, для дисков с данными предпочтительно создавать образ всего диска. В процессе сканирования образа или лазерного диска программа ищет в нем сигнатуры и другие характерные элементы файлов и, основываясь на них, пытается воссоздать файл.

Стандартным и общепринятым способом является извлечение сырых (Raw) или только значащих данных в двоичный файл с расширением ISO или BIN. У этого метода есть несколько разновидностей: с выделением значащих частей блоков на уровне микропрограммы привода или на уровне программы, извлекающей образ. Расширение файла роли не играет – в любом случае это потоковый двоичный файл.

4. Щелкните кнопкой мыши на корневом значке дерева (CD или DVD). Выберите команду меню Файл → CD → Извлечь CD <Образ> и в последнем из каскадных меню выберите одну из трех команд:

- Пользовательские данные (*.tao, *.iso)
- Raw2User (*.tao, *.iso)
- Raw (*.bin, *.iso)

5. В окне сохранения файла-образа укажите имя файла и папку, в которую его следует поместить.

Интересной и полезной особенностью программы является извлечение образа в собственном формате программы – наборе файлов IBP/IBQ. Это «управляемый образ» (Managed image file) – набор из двух или более файлов, содержащий, помимо самого образа, сведения об удачных и неудачных попытках чтения. Если образ сохранен в таком формате, но создание его по каким-либо причинам не удалось завершить, можно продолжить извлечение образа в следующий раз, например изменив настройки чтения или заполировав царапины на диске. Как уже было сказано, разные дисководы нередко дают сбои на совершенно разных блоках одного и того же проблемного диска – это зависит от их аппаратных особенностей. Благодаря сохранению образа в такой формат можно также, начав чтение на одном дисковом устройстве и столкнувшись с большим числом нечитаемых секторов, продолжить и завершить чтение диска на другом приводе.

6. Для этого вставьте диск в один из приводов. После распознавания диска и появления в окне программы дерева файлов и папок щелкните кнопкой мыши на корневом значке дерева (CD или DVD). Выберите команду меню Файл → CD → Создать файл-образ IBP/IBQ. В окне сохранения файла укажите имя файла и папку. Начнется процесс извлечения образа.

7. Откройте полученный файл-образ IBP (команда меню Файл → Открыть файл-образ). Появится окно, в котором предлагается выбрать один из вариантов действий с незавершенным или неполным файлом-образом (рис. 5.13). Выберите тот вариант, который

подходит к данной ситуации. Если создание образа было прервано на каком-то месте, целесообразно только Завершить образ в конце; если же файл содержит пропуски из-за неисправимых ошибок чтения, следует Перечитать сбойные участки и заполнить ими промежутки.

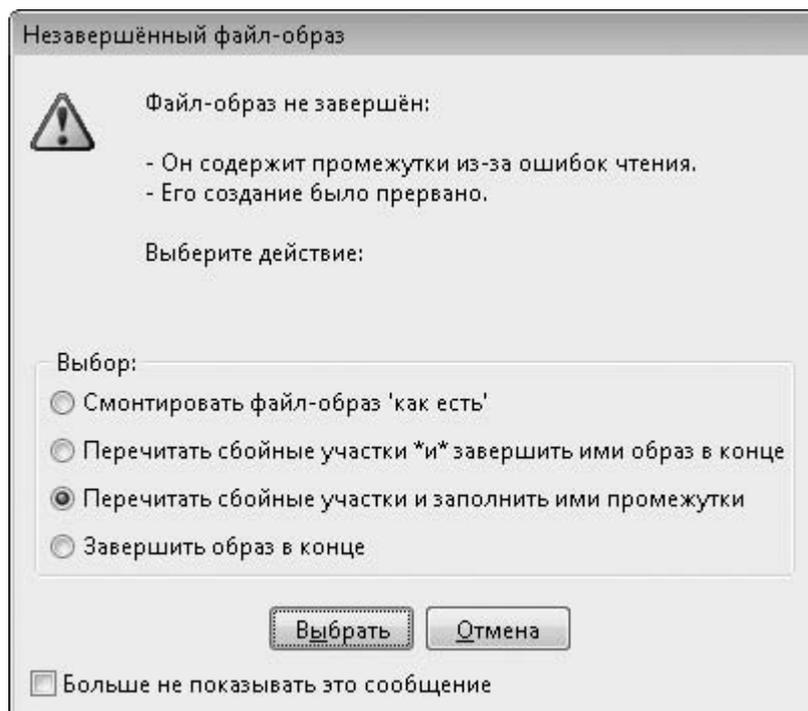


Рис. 5.13. Варианты открытия незавершенного или неполного образа

8. Переставьте диск в другой привод. В следующем окне выберите этот привод (рис. 5.14).

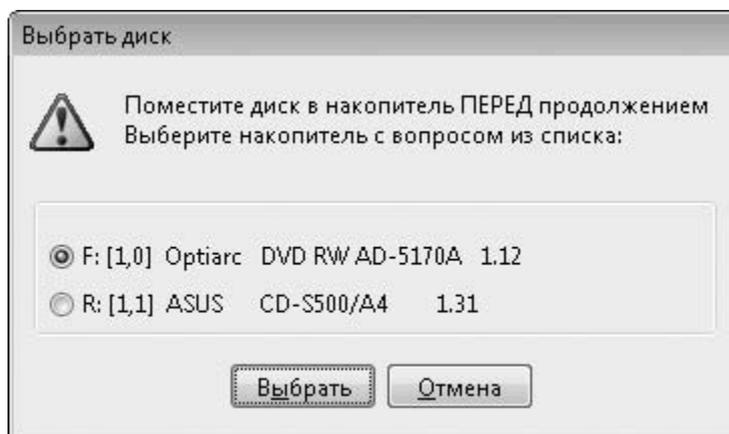


Рис. 5.14. Выбор накопителя для продолжения извлечения образа

В результате получится сборный файл-образ. Программа корректно отслеживает сбойные участки при каждой попытке и вносит в файл-образ удавшиеся попытки чтения. Попытки чтения можно повторять сколько угодно раз, меняя настройки чтения на тех же или разных приводах. Если в программе был открыт файл образа, в меню Файл → CD и в контекстном меню диска присутствует команда Завершить этот файл-образ. Выберите ее, и появится окно, как на рис. 5.13.

Еще одно применение такого метода касается восстановления раритетных коллекционных дисков, если в распоряжении пользователя оказались несколько экземпляров одного и того же диска. Просто дополните образ с двух или трех дисков. Наверняка повреждения на них окажутся в разных местах.

Наверное, из-за этой функции программа IsoBuster и считается одним из лучших

средств работы с поврежденными лазерными дисками. По крайней мере, на этапе создания образа диска. Эта программа и сама прекрасно извлекает из образа файлы по их сигнатурам, но здесь уже появляется широкий выбор. Хотя процедура поиска утерянных файлов в образе достаточно хорошо отработана, разные утилиты все же используют немного разные алгоритмы, и в каждом конкретном случае их эффективность различна.

С полученным образом IBP/IBQ может работать только программа IsoBuster. Другим программам, например R-Studio, этот формат не подходит, и файл надо преобразовать в стандартный формат ISO или BIN. Для этого откройте файл IBP в программе IsoBuster, а затем выберите одну из команд группы Файл → CD → Извлечь CD <Образ>. Получится стандартный двоичный файл-образ диска, состоящий из сырых секторов по 2352 байта или только значимой информации из 2048 байтов каждого сектора. С ним уже можно делать все что угодно.

Извлечение потерянных файлов из образа или непосредственно с диска средствами программы IsoBuster выполняется очень просто. Настройки поиска задаются в окне настроек программы на вкладке Файловая система → Восстановление. По умолчанию все четыре флажка установлены, и программа будет искать потерянные сессии, файлы на дисках с ISO9660, UDF, а также файлы по их сигнатурам во всех случаях.

9. Щелкните правой кнопкой мыши на значке диска (корень дерева файлов и папок) и в контекстном меню выберите команду Поиск потерянных файлов и папок. Начнется сканирование диска или его образа, которое происходит в несколько этапов.

10. После завершения сканирования в левой части окна программы появится виртуальное дерево файлов и папок (рис. 5.15). Помимо объектов, отнесенных к файловой системе, в нем есть два дополнительных элемента: Потерянные и найденные в UDF и Файлы, найденные по их сигнатуре. Щелкните кнопкой мыши на одном из этих элементов, и в правой части окна будут перечислены файлы, обнаруженные при сканировании на этом этапе.

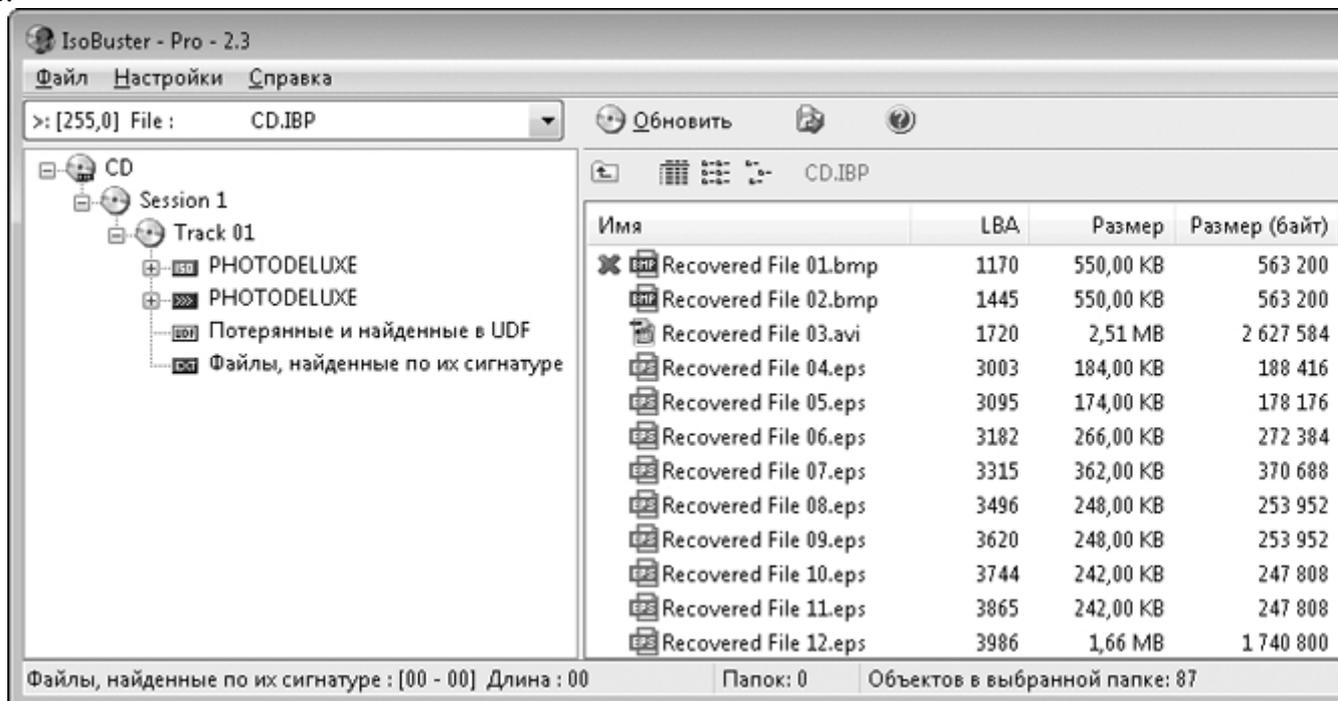


Рис. 5.15. Результат сканирования образа

11. Для восстановления найденных файлов выделите их (несколько файлов можно выделить кнопкой мыши при нажатой клавише Shift), а затем щелкните на них правой кнопкой мыши. В контекстном меню выберите команду Извлечь объекты. Выбранные файлы будут сохранены в указанную папку.

При работе с этой программой следует всегда помнить об очень развитой системе

контекстных меню: они вложенные, состоящие из двух и даже трех уровней. Практически любое действие можно выполнить из такого меню для любого объекта, показанного в дереве или списке в правой части окна.

Еще одно полезное средство – встроенный HEX-редактор. Для его вызова достаточно в контекстном меню любого объекта (см. рис. 5.12) выбрать команду Просмотр секторов. Важно, что в окне редактора при этом открывается именно тот участок диска, к которому относится начало выбранного объекта.

Программа AnyReader

Эта программа (<http://www.anyreader.com>) – пример простого решения, рассчитанного на неподготовленных пользователей. Помимо извлечения данных с поврежденных лазерных дисков, программа выполняет еще несколько полезных функций. Интерфейс программы организован в виде мастера, а все восстановление разбито на пять или шесть шагов.

1. Запустите программу и в окне приветствия нажмите кнопку Далее. Появится окно выбора задачи (рис. 5.16). Таких задач четыре:

- копирование файлов с поврежденных носителей, независимо от вида носителя;
- копирование информации с поврежденных лазерных дисков. При этом можно создать образ всего диска либо скопировать отдельно взятые файлы;
- копирование файлов по нестабильным сетям, например беспроводным, работающим на пределе дальности;
- ремонт поврежденных файлов по нескольким их копиям.

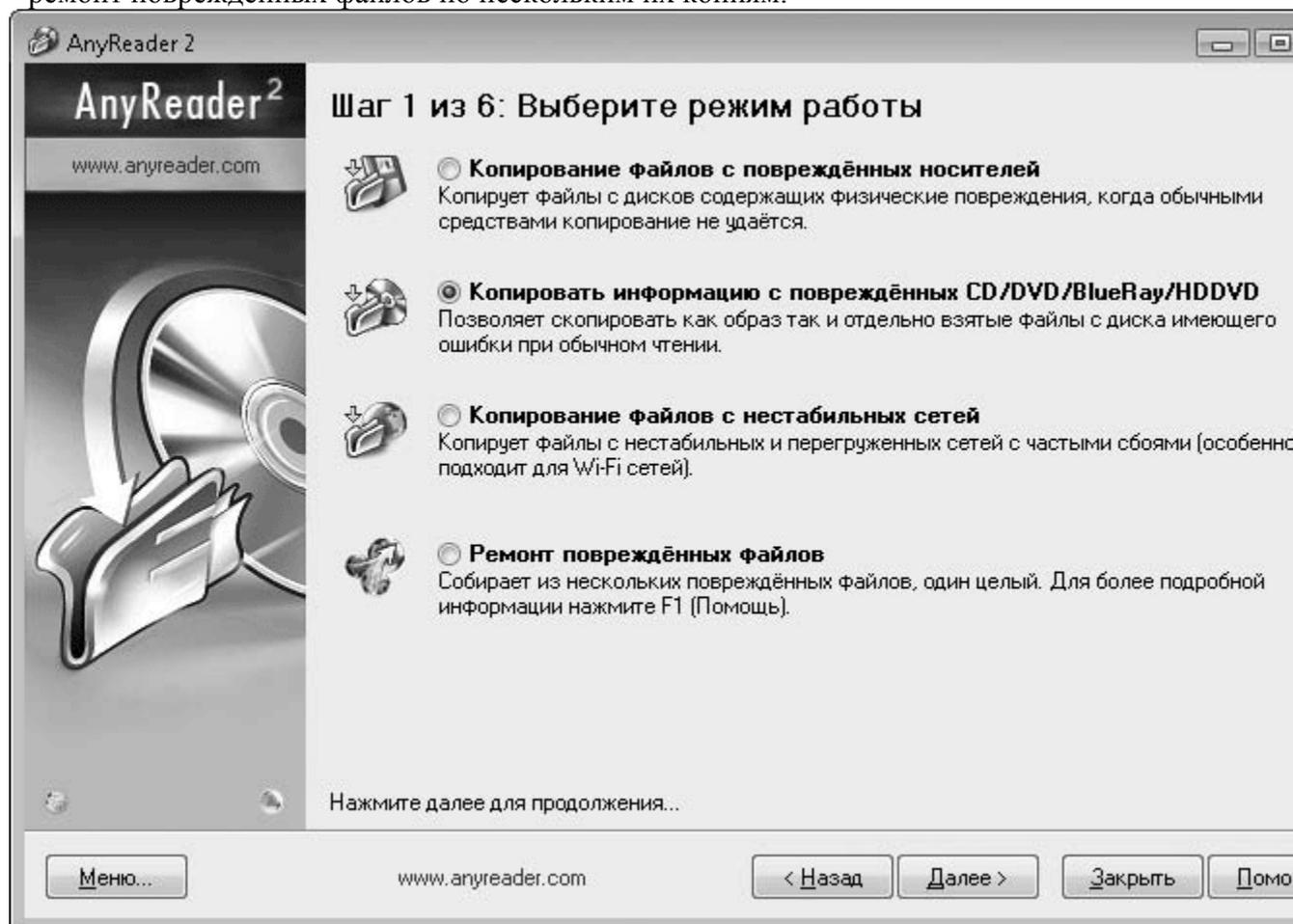


Рис. 5.16. Выбор режима работы

Выберите нужный вариант и нажмите кнопку Далее. В описываемом случае желателен выбор Копировать информацию с поврежденных CD/DVD/BLueRay/HDDVD – программа

выполнит, при необходимости, повторное чтение проблемных секторов.

2. На втором шаге установите переключатель в одно из двух положений: Копировать файлы или Копировать образ диска. Нажмите кнопку Далее. Образ диска впоследствии можно будет только записать на другой лазерный диск или обрабатывать его сторонними программами, поэтому в этой программе предпочтительно выбрать первый вариант.

3. В первом случае в окне программы появится дерево файлов и папок. Установите флажки напротив тех файлов и папок, которые требуется извлечь, и нажмите кнопку Далее. Появится следующее окно, в котором задаются параметры копирования (рис. 5.17).

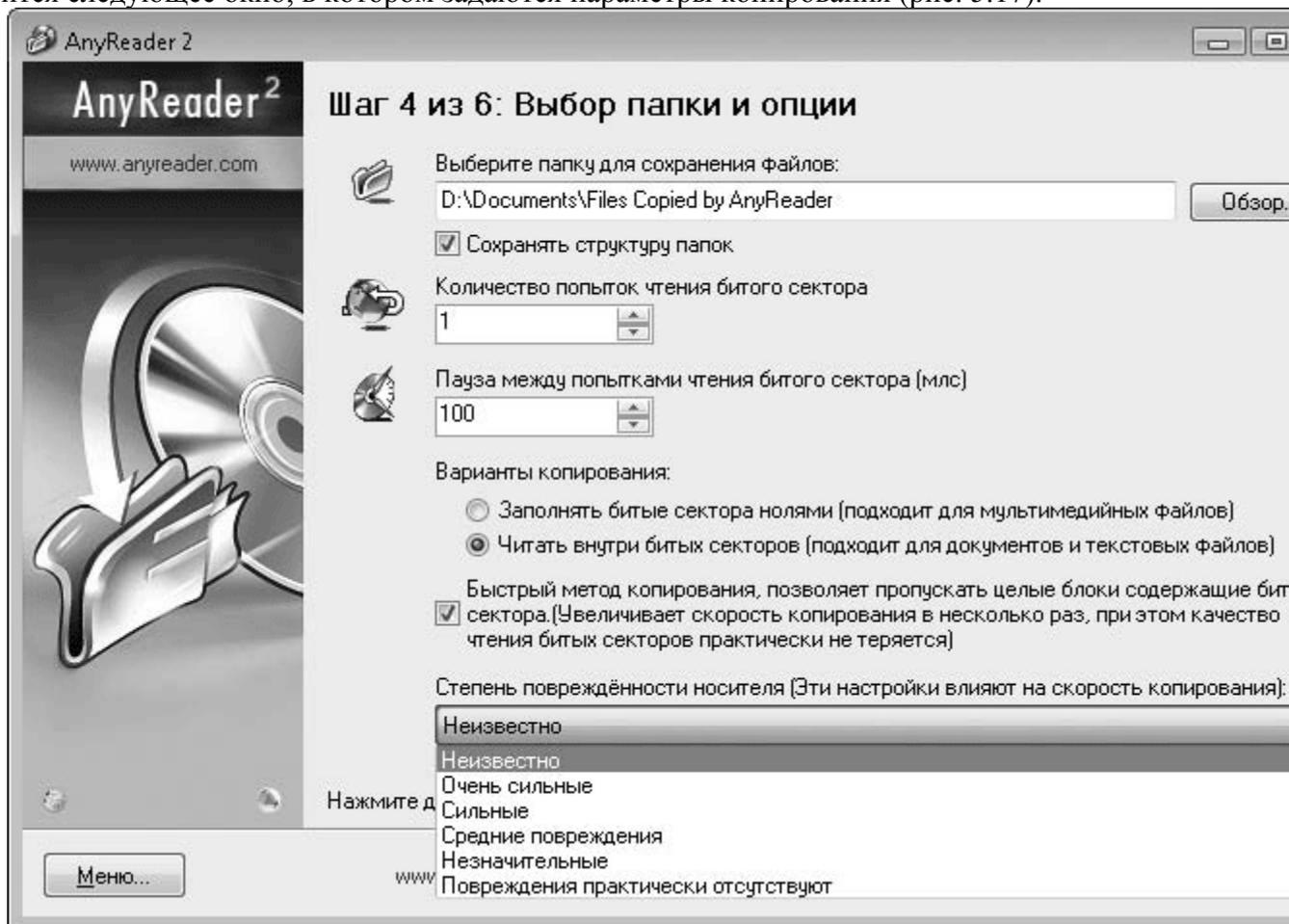


Рис. 5.17. Выбор параметров копирования

4. Выберите папку для сохранения извлеченных файлов. Счетчик Количество попыток чтения битого сектора по умолчанию установлен на 1, а Пауза между попытками чтения битого сектора задана в 100 мс (0,1 с). Интереснее всего раскрывающийся список Степень поврежденности носителя. Он позволяет одним щелчком кнопкой мыши автоматически задать оптимальные параметры копирования. Нажмите кнопку Далее, и начнется копирование файлов.

5. На пятом шаге показывается только выполнение задачи. Когда копирование завершится, нажмите кнопку Далее, которая становится активной.

6. На последнем шаге можно, нажав одну из трех кнопок, выбрать одно из трех действий:

- открыть папку с сохраненными с диска файлами;
- запустить мастер снова, чтобы прочитать другой диск;
- отправить отзыв разработчикам программы.

В целом, возможностей у этой программы меньше, чем у мощного профессионального средства IsoBuster. Тем не менее во многих случаях и простые программы, наподобие описанной, хорошо справляются с извлечением информации с поврежденных лазерных

дисков, ведь многократная избыточность данных оставляет неплохой шанс на их восстановление.

Другие программы

Среди других программ, пригодных для восстановления данных с лазерных дисков, следует назвать еще три. На самом деле программ намного больше, хотя извлечение информации с CD/DVD/BluRay/HD-DVD не самое востребованное направление.

Программа IsoBuster находится вне конкуренции и по богатству тонких настроек, и по дополнительным возможностям. Большинство остальных программ рассчитано скорее на массового пользователя, и в основу их принципов положены простота и удобство работы.

- Dead Disk Doctor (<http://www.deaddiskdoctor.com>) очень напоминает рассмотренную ранее программу AnyReader. Точно так же это средство работает в режиме мастера – пользователю лишь остается отвечать на задаваемые вопросы и проходить несколько шагов. В результате выбранные файлы и папки сохраняются в указанную директорию на жестком диске.

- CDRoller (<http://www.cdroller.com>) – программа с достаточно широкими функциями, в том числе восстановления утраченных сессий, дорожек и файлов по сигнатурам. Особенность программы, на которую прямо указывают разработчики, – работа с дисками, записанными на самостоятельных устройствах, например видеокамерах Sony, Panasonic, Hitachi или бытовых пишущих плеерах. К сожалению, программа пока не совсем корректно работает с операционной системой Windows Vista.

- АКОЛЬ (<http://www.akol.int.ru>) – оригинальная разработка, по своему интерфейсу напоминающая двухоконный файл-менеджер, например Total Commander. При этом функция копирования предназначена именно для копирования файлов и папок с проблемных носителей: здесь присутствуют и многократное чтение, и возможность настройки параметров чтения сбойных блоков. Основным минус программы в том, что она способна копировать лишь те файлы, которые распознает операционная система, и при восстановлении данных из нарушенных файловых систем она не поможет.

Резюме

Извлечение информации с лазерных дисков – одна из самых простых задач в восстановлении данных вообще. Здесь совершенно отпадает проблема с контроллером накопителя – лазерный диск представляет собой носитель в чистом виде. Подобрать привод, который прочно цепляется за дорожки на диске, – половина успеха. Задача облегчается и тем, что не менее половины проблем при чтении дисков связаны с механическим повреждением пластика на нижней поверхности диска – царапинами и потертыми участками. Аккуратная очистка и полировка диска почти всегда решает такие проблемы.

Программные методы восстановления мало отличаются от извлечения данных с других накопителей. Программа сначала ищет файлы, ссылки на которые присутствуют в файловой системе, а затем может сопоставить с файлами и потерянные фрагменты данных по характерным последовательностям, обнаруженных в них. Особенность восстановления данных с лазерных дисков – ожидаемый эффект от многократного чтения сбойных секторов. Если причина не в грубой царапине или вмятине на отражающем слое, а, например, в деградации этого слоя после десятка лет хранения диска, данные никуда не исчезли, и на очередном проходе лазер может их найти.

Восстановление данных с перезаписываемых дисков (CD-RW, DVD-RW) – достаточно редкая ситуация. Хотя логические ошибки при записи таких дисков случаются довольно часто, проблема обычно выявляется почти сразу, пока еще не стерт оригинал. С другой стороны, с подобной задачей отлично справляется любая из трех известных программ:

Глава 6

Предупреждение потерь информации

- Цена информации
- Принципы предупреждения потерь
- Надежное уничтожение данных
- Сохранность носителей
- Резервное копирование
- Резюме

Сохранность данных – совершенно обособленная и очень обширная тема, поэтому рассмотреть ее нужно обязательно. Теоретически там, где есть компьютер с хотя бы двумя накопителями и пользователь, немного представляющий суть резервного копирования, данные вообще не могут исчезнуть. Однако как бы мы ни старались предупредить потери, человеческий фактор все равно играет далеко не последнюю роль. В связи с этим и рынок услуг по профилактике потерь, и службы по ликвидации проблем мирно сосуществуют и развиваются почти параллельно.

Цена информации

Утверждение, что информация бесценна, – известный штамп. На самом деле оценить информацию достаточно просто – надо лишь просчитать возможные убытки от ее потери.

Сначала представьте сценарий развития событий. Можно предположить, что есть некая оптово-розничная фирма по продаже автозапчастей. Товар отпускается по накладным, которые заполняются в программе «1С: Торговля и склад». В этой же программе ведется весь товарный учет (2000 позиций), а в день совершается около 50 приходно-расходных операций. С поставщиками и постоянными клиентами общение ведется, в основном, по электронной почте. Остается мысленно проиграть спектакль, какие бизнес-процессы и насколько прервутся, если придет в негодность винчестер с базой данных; кто и как будет ее восстанавливать; сколько времени на это уйдет. Точно так же можно представить, что произойдет при потере недавних сообщений электронной почты с заявками и заказами.

Средняя дневная выручка, а значит, и прибыль известны. Отсюда легко определить цену каждого часа простоя. Время, которое требуется на введение вручную каждых 10 записей в базу данных, тоже легко можно засечь. В типичном случае убытки складываются из трех составляющих:

- «внутренние» затраты на восстановление: сверхурочное время, затраченное на «аврал» и устранение его последствий. Иногда отдельные проблемы проявляются спустя значительное время после самой аварии – их тоже приходится решать. Сюда же относятся затраты на приобретение специального программного обеспечения для восстановления данных – за редкими исключениями оно платное, а цена лицензий колеблется от \$20 до \$300;

- «внешние» затраты на восстановление. Если с восстановлением данных не удалось справиться самостоятельно, приходится прибегать к услугам сторонних подрядчиков. Их расценки хорошо известны. Очевидно, что ради одного винчестера строить «чистую комнату» или приобретать комплекс нерационально;

- недополученная прибыль. Самая неочевидная, но подчас и самая существенная по стоимости составляющая. Потеря крайне важной информации может на определенный срок вообще парализовать работу. Это и есть обратная сторона внутренних затрат: тот, кто занимается воссозданием потерянных данных, в это время откладывает решение остальных задач.

Для домашнего пользователя ущерб чаще кажется лишь моральным. Однако и здесь можно потратить реальные деньги как на восстановление, так и на повторный поиск или создание утраченного. Если же потерянные данные так или иначе являлись сутью работы, внимательно ищите в этой ситуации все три составляющие! Смысл расчетов и выкладок двоякий.

- Известно, чем рискует пользователь, поэтому отнестись к профилактике следует как к страховке. Лучше сразу потратить не всю сумму потенциальной потери, а скорее разумный процент от нее, зависящий от степени риска.

- Известно, сколько ресурсов допустимо потратить на профилактику потерь. Разумеется, если на компьютере хранятся только игры и музыка, переписанная с дисков, резервное копирование – пустая трата денег и времени.

Абсолютно всю информацию на всех компьютерах надо разбить на категории. Полезно это делать сразу по двум «осям»:

- абсолютная ценность;
- скорость обновления и срок актуальности.

Тогда все данные распределятся на несколько групп: например, от «Очень ценная и ежедневно обновляемая база 1С» до «Почти ненужные старые архивы пятилетней давности». Если судить по этим категориям, сразу становятся понятны приемы и периодичность резервного копирования, а также оптимальные места для начального размещения данных. В любой сети есть более надежные устройства (например, новые винчестеры) и менее надежные. В идеальном варианте следует хранить на этих накопителях все, но в действительности обычно приходится расставлять приоритеты.

Кроме того, полезно рассмотреть всю информацию еще в одном разрезе:

- не очень секретные данные, которые тем не менее нельзя терять ни в коем случае;
- конфиденциальные данные, которые лучше потерять совсем, чем допустить их утечку.

Все сказанное касается не только бизнеса, но и любого домашнего компьютера. Каждому наверняка известно, что из всей хранящейся на компьютере информации серьезным компроматом или находкой для мошенника могут послужить, например, откровенные снимки или данные учетных записей, почта или история ICQ. Что-то, наоборот, представляет исключительную ценность только для пользователя и его близких, хотя абсолютно безвредно. Это могут быть какие-то творческие наработки, семейные фотографии или коллекционные записи, оцифрованные со старинного магнитофона.

Принципы предупреждения потерь

Предупреждение потерь информации – система и политика. Неважно, идет речь о корпорации или об отдельно взятой семье с единственным компьютером – везде необходим комплекс решений. Все отличие состоит лишь в том, что эти решения могут быть отпечатаны на фирменном бланке и доведены под роспись до всех работников либо просто держаться в голове. Главное, чтобы они существовали в принципе! Система состоит из четкого видения проблемы, организационных и технических решений. Стоит упустить один из этих элементов, и вся система окажется неэффективной.

- Очень часто мы думаем исключительно о технических проблемах, забывая о первом вопросе: зачем? К сожалению, чем выше степень безопасности, тем больше затраты и меньше удобств. Потому важно сразу определить цену информации, а в дальнейшем строить систему защиты данных соразмерно с ней.

- Второй вопрос касается уязвимых мест. Коллектив профессиональных компьютерщиков, работающих (из экономии) на многократно отремонтированном старом «железе», – это одна ситуация, а юные блондинки, сидящие за компьютерами сборки этого года, каждый с RAID-массивом, – совершенно иная. По крайней мере, оценка угроз для данных должна всегда идти по четырем линиям:

- компьютерные проблемы: поломки «железа» и сбои в работе программного

обеспечения;

– форс-мажорные, некомпьютерные обстоятельства: протечки, пожары, кражи, конфискации;

– непредумышленные действия и ошибки пользователей;

– умышленное уничтожение данных «инсайдерами» или хакерами извне.

Политика – четко прописанные правила для всех, кто работает с данными. Влияние человеческого фактора можно снизить через утвердительные инструкции по большинству возможных действий и операций. Нужно отметить, что запреты, которые любят писать многие руководители, менее эффективны: всегда найдется что-то, что забыли запретить, и кто-то, кто именно это и сделает. От позитивного алгоритма «Делай только так, так и так!» пользы гораздо больше. В любой фирме регулярно используют не так много стандартных процедур, и исчерпывающий список рекомендаций почти наверняка окажется короче перечня запретов.

Обычно в коллективе действует единая политика, которая охватывает все аспекты работы с компьютерами, оргтехникой и связью. Профилактика потерь данных – один из подразделов раздела «Безопасность». Во всяком случае, нужно сформулировать такие требования и процедуры:

- перечень критически важных данных;
- места и порядок их хранения и удаления;
- обязанности *каждого* сотрудника по резервному копированию. Например, если архивирование производится по расписанию, к этому времени *все* должны закончить работу, сохранить и закрыть файлы;
- правила обращения со съемными носителями;
- действия при обнаружении утраты данных. Этот пункт очень важен: продвинутый пользователь может испугаться и попытаться решить проблему самостоятельно.

Техническая сторона профилактики очень проста. Она сводится к двум принципиальным моментам:

- рациональная эксплуатация носителей;
- резервное копирование.

Эти два взаимодополняющих пути предупреждения потерь будут рассмотрены чуть позже. Здесь нужно сделать небольшое отступление и взглянуть на хранение данных с обратной стороны

Надежное уничтожение данных

Обычно сохранность данных рассматривается в контексте информационной безопасности. Частный вопрос безопасности – надежное уничтожение конфиденциальной информации. Самые частые ситуации, когда информацию нужно гарантированно уничтожить:

- компьютер или винчестер сдается в гарантийный ремонт;
- пользователь продает устаревший компьютер или лишний винчестер;
- постороннему дается перезаписываемый диск или flash-накопитель, на котором ранее хранилась конфиденциальная информация;
- наконец, необходимо уничтожить данные до того, как они неизбежно попадут в чужие руки. Обычно здесь подразумевается работа правоохранительных или налоговых органов, хотя уместно вспомнить и о криминальных структурах.

Ни удаление файлов, ни форматирование дисков совершенно не решают проблему. Как говорилось ранее, при наличии желания и средств восстановить удаленную информацию удастся почти всегда! Для гарантированного уничтожения данных необходимо записать во все сектора носителя случайные значения или, как чаще поступают, нули.

В этой области типичными и исчерпывающими можно считать требования документа National Industrial Security Program Operating Manual (NISPOМ или US DoD 5220.22-M)

Министерства обороны США, посвященного стандартам безопасности. В соответствии с ним для уничтожения носителей, содержащих сведения категории «совершенно секретно», может применяться только размагничивание или физическое разрушение пластин путем измельчения. Для гарантированного уничтожения данных меньших степеней секретности рекомендованы несколько алгоритмов полной или частичной, но многократной перезаписи носителя на физическом уровне. В России действует ГОСТ Р50739–95 «Средства вычислительной техники. Защита от несанкционированного доступа к информации. Общие технические требования».

Простое «бытовое» решение средствами операционной системы – удалить все файлы и папки, а затем записать на диск несколько копий большого файла, например фильма, до заполнения всего объема диска. Так очень легко затереть все удаленные ранее данные. Этот метод подходит для предпродажной подготовки компьютера или винчестера, хотя он довольно трудоемок: чтобы заполнить диск объемом в сотни гигабайтов, файл размером 700 мегабайтов придется скопировать сотни раз. Зато в отношении flash-накопителя, который нужно дать кому-то напрокат, такой способ оказывается едва ли не самым быстрым и простым.

Функции гарантированного удаления всех данных, или безопасного форматирования (Secure Erase), заложены в большинстве программ для работы с разделами жестких дисков, например Partition Magic или Acronis Disk Director. При этом может быть уничтожено только содержимое раздела или диска целиком. Существуют и программы, предназначенные исключительно для уничтожения всех данных на диске или разделе без возможности восстановления, например Acronis Drive Cleanser.

Программа Eraser (<http://eraser.sourceforge.net>) – специальное средство для выборочного удаления данных. Программа использует совершенные алгоритмы заполнения кластеров случайными числами или нулями. Для уверенности каждый сектор, или кластер, переписывается многократно, и восстановить его исходное содержимое становится невозможно. В настройках программы можно задать один из алгоритмов затирания секторов, который будет использоваться по умолчанию. Это бесплатное приложение способно работать в нескольких режимах.

On-Demand – удаление по требованию. При этом сначала создается задание, а потом это задание нужно запустить вручную.

1. В главном окне программы нажмите кнопку



New Task (Новое задание). Появится окно свойств задания (рис. 6.1).

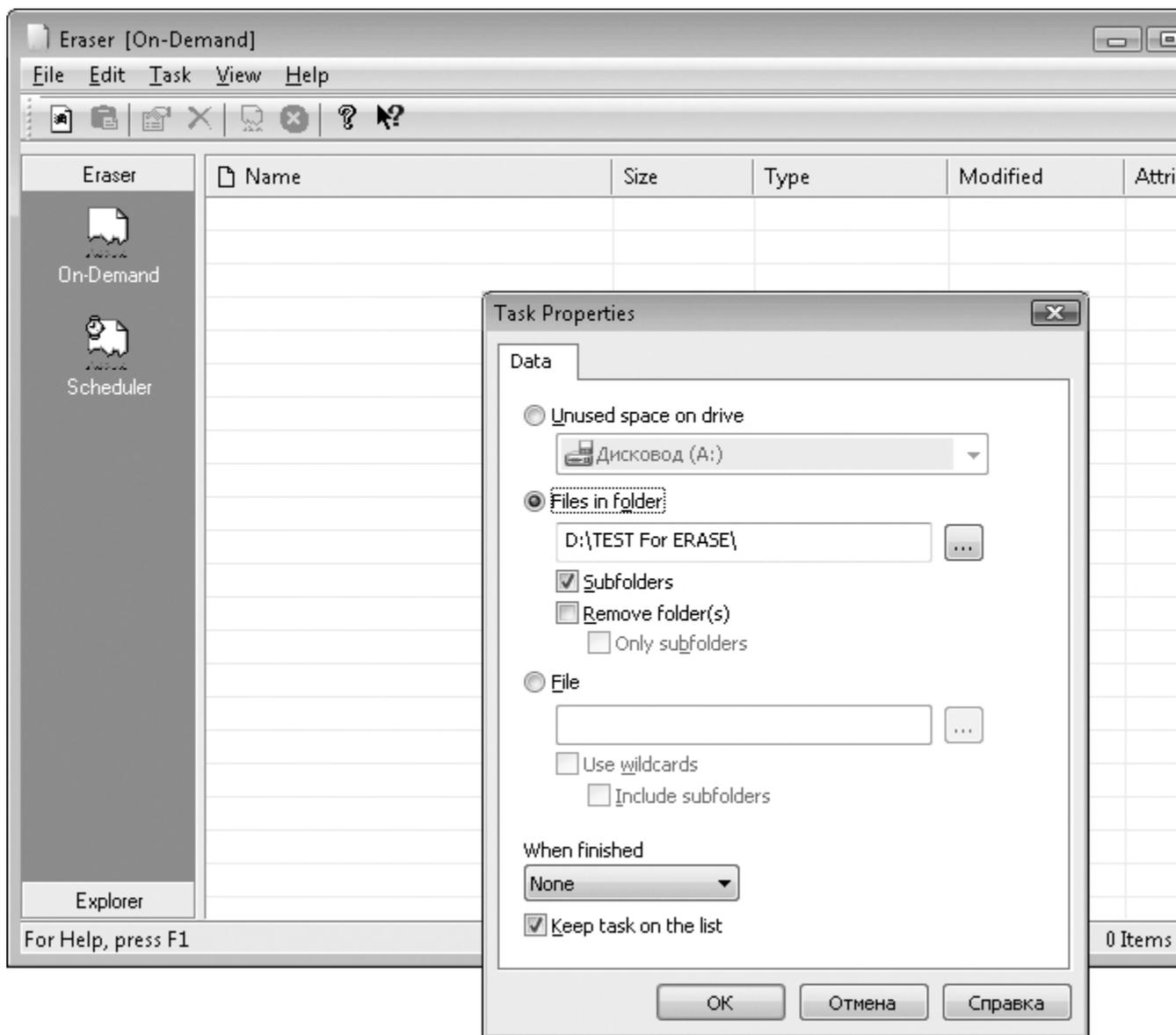


Рис. 6.1. Новое задание

В этом окне указывается, что следует стереть и как. В зависимости от положения переключателя возможны три варианта действий.

- **Unused space on drive** (Неиспользуемое место на диске). В раскрывающемся списке выбирается один из логических дисков. При выполнении задания будет затерто (заполнено случайными данными) все свободное место на выбранном диске, и ранее удаленные файлы, тела которых еще остаются в якобы свободных кластерах, будут уничтожены безвозвратно.

- **Files in folder** (Файлы в папке). Уничтожаются файлы в указанной папке. Кнопка справа от поля ввода открывает стандартное дочернее окно выбора папки. Флажки под полем ввода определяют, должны ли удаляться также все вложенные папки и сама указанная папка.

- **File** (Файл). В этом случае указывается конкретный файл, который подлежит безопасному удалению. Можно также задать маски файлов (wildcards), например все файлы с указанным расширением.

Раскрывающийся список **When finished** (Когда закончено) определяет, что следует сделать после выполнения задания. Поскольку большое задание может выполняться довольно долго, эта функция позволяет автоматически перезагрузить, выключить компьютер или перевести его в спящий режим.

2. Задайте нужные параметры в окне **Task Properties** (Свойства задания) и нажмите

кнопку ОК. Задание появится в списке в главном окне программы.

3. Для запуска задания выделите его мышью, а затем нажмите кнопку Q Run (Выполнить) на панели инструментов. При выполнении задания программа может запросить подтверждение некоторых действий.

Sheduler – планировщик. Этот компонент программы устроен почти так же, как предыдущий, но в окне свойств задания появляются две дополнительные вкладки.

- Schedule (Расписание) – задает периодичность выполнения задания, например по датам, времени или при каждой перезагрузке компьютера.
- Files (Файлы) – определяет алгоритмы затирания секторов при выполнении именно этого задания.

В **контекстных меню** файлов и папок в Проводнике Windows после установки программы Eraser добавляются два новых пункта:

- Erase (Стереть) – при этом файл или папка удаляется, а занимавшие ими сектора сразу же заполняются случайными числами;
- Erase secure move (Переместить и безопасно стереть исходный объект).

Это третий режим использования программы Eraser, и, вероятно, самый простой. По умолчанию программа запускается автоматически при загрузке операционной системы Windows, и такой способ безвозвратного удаления данных работает совершенно прозрачно для пользователя.

Заданий можно создавать сколько угодно. При настройке программы под конкретные требования безопасности на рабочем месте можно быть уверенным, что удаленные данные уже не подлежат восстановлению сразу же, к определенному времени, или после очередного включения компьютера. Вместе с тем пользователю придется постоянно быть начеку, ведь точно так же не удастся восстановить и файлы, удаленные по неосторожности или по ошибке.

В поставку последних версий программы Eraser входит и самостоятельная утилита Darik's Boot and Nuke (DBAN) для создания загрузочного гибкого диска 3,5. После загрузки компьютера с созданного гибкого диска с него автоматически запускается программа, которая форматирует и затирает все обнаруженные жесткие диски. Поскольку программа работает автоматически и не спрашивает подтверждений, относиться к этой загрузочной дискете следует с чрезвычайной осторожностью! Таким образом очень удобно избавлять от компрометирующих материалов компьютер перед его отправкой в ремонт или продаже. Конечно, в момент штурма офиса незнакомцами в бронежилетах загрузочный диск DBAN не поможет – программа работает достаточно долго.

Моментальное уничтожение информации с жесткого диска при угрозе его попадания в чужие руки возможно лишь вместе с уничтожением самого винчестера. В правительственных учреждениях Великобритании действует инструкция, по которой диск надлежит извлечь из системного блока и разбить молотком. При этом в инструкции оговариваются размеры и вес молотка. Скорее всего, хорошие результаты можно получить и при использовании пистолета Макарова, из которого производится выстрел в крышку диска в проекции пластин. Однако следует помнить, что наказание за хранение и применение огнестрельного оружия может превысить санкции, грозящие по «экономической» или «хакерской» статье. Это, конечно, шутка, но проблема экстренного уничтожения данных в критической ситуации действительно стоит очень остро.

Несколько лет назад в Интернете можно было встретить предложения о применении для подобных целей мощных импульсных электромагнитных генераторов. С одной стороны, для эффективного размагничивания пластин генератор должен обладать очень большой мощностью. С другой стороны, такое устройство вряд ли удастся поместить в системный блок – это должен быть отдельный корпус, в который устанавливается жесткий диск, связанный с материнской платой длинным кабелем. Из-за таких сложностей в практику широкого применения эти устройства так и не вошли.

По мере развития и широкого распространения криптографии сложился новый подход к уничтожению данных. Если зашифровать весь диск с применением *сильных* алгоритмов, извлечение данных с него без знания *ключа* становится практически неразрешимой задачей. Поэтому сегодня наиболее актуальной считается защита данных на основе шифрования. Хотя изначальная задача шифрования – защитить данные в случае кражи компьютера или диска, что применимо и для аварийного уничтожения информации.

Нужно понимать, что получение ключа для расшифровки – задача не программная, а правовая или даже силовая. Поэтому во многих системах шифрования предусмотрен случай «работы под принуждением» – достаточно дать одну команду для разрушения небольшой управляющей структуры, чтобы любой существующий ключ перестал подходить для дешифровки. Создание нового ключа методом подбора потребует непрерывных вычислений в течение десятилетий, поэтому операцию можно считать необратимой, а данные становятся недоступны даже для самого владельца.

Типичный пример такого подхода – линейка продуктов от ООО «Физтех-софт» (<http://www.strongdisk.ru>). Это программные и аппаратно-программные решения разного уровня под общей маркой StrongDisk. Содержимое всего диска или его разделов шифруется, а к компьютеру подключается дополнительное оборудование, например устройство считывания смарт-карт или электронный ключ. В программе реализованы различные сценарии, в том числе «работы под принуждением». В нештатной ситуации по нажатию «горячей клавиши», кнопки радиобрелока, звонка на модем, при поступлении SMS на мобильный телефон происходит уничтожение содержимого защищенных дисков и/или электронного ключа. В результате восстановить данные становится невозможно даже при наличии всех паролей и ключей.

Для гарантированного удаления данных с перезаписываемого лазерного диска достаточно выполнить *полное* стирание средствами программы для записи дисков, например Nero Burning ROM. Если при *быстром* стирании только очищается заголовочная часть диска, то при *полном* все блоки действительно перезаписываются нулями. Для уничтожения совершенно ненужных лазерных дисков проще всего переломить, разбить или разрезать их на несколько частей. Существует очень красивый и быстрый метод уничтожения дисков в микроволновой печи: от моментального нагрева отражающий слой сгорает с «фейерверком». К сожалению, такой способ утилизации дисков часто выводит из строя саму микроволновую печь.

Сохранность носителей

Любое устройство хранения информации рассчитано на вполне определенные условия эксплуатации и область применения. Реальная жизнь вносит в эти спецификации свои коррективы. Если при создании отдельного компьютера или сети ориентироваться лишь на быстрое действие или минимальную цену, следует заранее признать: расплачиваться придется, скорее всего, сохранностью информации. Забота о сохранности данных начинается еще на этапе подбора комплектующих, продолжается при оснащении компьютера программным обеспечением и распространяется на «полезные привычки» при повседневной работе.

Жесткие диски

О причинах и механизмах потерь данных на винчестерах уже говорилось во второй главе книги. Здесь будут обозначены пути, способствующие повышению степени надежности хранения данных на жестких дисках.

Модель и изготовитель. В такой последовательности слова стоят неслучайно. О надежности винчестеров разных производителей говорится много. Однако рынок винчестеров монополизирован до предела, и из него давно уже вышли те, кто хоть однажды не уделил должного внимания вопросам качества. Достаточно вспомнить нашу мемуарную

историю с «массовой гибелью» накопителей Fujitsu серии MPG. Теперь эта марка присутствует только на винчестерах для ноутбуков.

Вместе с тем каждый производитель выпускает целую линейку моделей. Сами компании четко позиционируют их по назначению. Однако редкий менеджер компьютерной фирмы обращает внимание на такие мелочи: на первый план выходят емкость, размер кэша и цена, реже – практическая скорость передачи данных. Достаточно заглянуть на сайт производителя и поинтересоваться отличиями винчестеров с примерно равными характеристиками, но разной ценой. Одним из таких отличий являются заявляемые параметры долговечности, а другим – предельные условия эксплуатации. Помимо гарантийного срока, существуют и такие показатели:

- Annualized Failure Rate (AFR) – ежегодный процент отказов (чем меньше, тем лучше). Типичные значения этого показателя – от 0,2 до 0,5 %;

- Mean Time Before Failure (MTBF) – среднее время наработки на отказ. Для современных винчестеров оно составляет порядка 700 000 часов. Если же в технических характеристиках этот параметр скромно опускается, винчестер, скорее всего, не предназначен для надежного хранения данных.

Нередко последние модели, превосходящие другие по емкости или скорости обмена данными, одновременно уступают по названным параметрам. Сверхбыстрому винчестеру место в игровом компьютере или на рабочей станции видеомонтажа, а для хранения важных данных лучше подойдет привод с большей долговечностью или большей устойчивостью к вибрации.

Температура корпуса. Точность изготовления механики жестких дисков такова, что тепловое расширение компонентов сопоставимо с зазорами между отдельными деталями. Эти аспекты старается компенсировать система термокалибровки, но ее возможности небесконечны. О пагубном влиянии повышенной температуры на электронику говорить излишне. По спецификациям рабочая температура привода обычно лежит в диапазоне от 0 до +6 °С, а допустимая температура хранения и транспортировки составляет от -40 до +7 °С. Вместе с тем это предельные значения. Нормальная рабочая температура жесткого диска близка к комнатной. Известно, что дальнейшее повышение температуры корпуса на каждые 15–2 °С способно вдвое сократить средний срок службы диска, то есть диск, постоянно работающий на предельной «паспортной» температуре, выйдет из строя гораздо раньше.

Существуют модели с относительно большим тепловыделением. О его величине легко судить по паспортной потребляемой мощности, ведь охлаждаемая поверхность у всех винчестеров примерно одинакова. Роль теплоотвода могут играть стенки корзины корпуса. Для этого необходимо, чтобы диск был плотно прикреплен к ним всеми штатными винтами, а стенки корзины ровно прилегли к корпусу диска.

В то же время многие стремятся установить винчестер на шумо- и виброизолирующих прокладках. Это разумно. На жестко закрепленный жесткий диск очень плохо передаются все вибрации и удары по корпусу. Однако для диска, установленного на амортизаторах, корпус перестает быть теплоотводом. Выходом становится принудительное охлаждение – обдув отдельным вентилятором (рис. 6.2).



Рис. 6.2. Охлаждение винчестера

Но и здесь есть своя ловушка. Вибрация, передающаяся от низкокачественного вентилятора, способна нанести диску не меньший вред, чем повышенная температура. Оптимальным считается серверное решение: диски закреплены в массивной корзине и обдуваются потоком воздуха от вентилятора, установленного в корпусе на некотором расстоянии. Такое размещение переднего вентилятора предусмотрено в некоторых настольных корпусах.

Вибрация и удары. Это безусловная причина повреждения пластин и головок. Кроме того, резкие механические воздействия на корпус мешают позиционированию головок. Жесткие диски надо оберегать и от вибрации, и от ударов. Во время работы винчестерам больше всего вредят жесткие удары. Пример такого удара – отвертка, сорвавшаяся со шлица во время каких-то манипуляций на включенном компьютере. Казалось бы, это легкий щелчок: и длительность, и амплитуда его малы. Однако моментальное значение ускорения велико, и головки могут на ничтожно малое время коснуться вращающихся пластин. Этого достаточно, чтобы на пластине появился дефект, который со временем будет расширяться.

В спецификациях винчестеров обязательно указывают максимально допустимые ударные нагрузки во время работы (Operating) и при транспортировке (Nonoperating). Обычно приводят пару значений – ускорение (в g) и время (в миллисекундах), в течение которого это ускорение может действовать. Буквой g в физике обозначают ускорение свободного падения, равное примерно $9,8 \text{ м/с}^2$. Наглядно эти значения не представить, поэтому цифры нужны лишь для сравнения двух моделей: чем они больше, тем лучше. На практике опасная нагрузка для работающего жесткого диска – средней силы удар кулаком по системному блоку, или падение винчестера на твердую поверхность с высоты пяти сантиметров, или, как уже сказано, удар сорвавшейся отверткой по самому корпусу диска.

Источники вибрации – вентиляторы, особенно дребезжащие. Вибрация хорошо передается через корпус. По этой причине на системный блок категорически не рекомендуют ставить принтеры, сканеры и акустику. Системный блок лучше располагать так, чтобы обезопасить его от падений и случайных ударов. Крепление винчестера через шумоизолирующие элементы или амортизаторы полезно вдвойне – и для винчестера, и для тех, кто работает за компьютером.

Электропитание. По общему правилу напряжения питания могут отклоняться от номиналов не более чем на 10 %. Винчестеры, кроме того, очень чувствительны и к пульсациям или кратковременным всплескам и «провалам» питающих напряжений, ведь на их платах нет емких конденсаторов, как, например, на материнской плате. Нередко перепады выходных напряжений дешевого блока питания, на которые материнская плата просто «не обращает внимания», оказываются причиной сбоев дисковой подсистемы. Эти сбои могут проявляться как ошибками записи/чтения, так и преждевременным износом механики жесткого диска. Решение проблемы очевидно: качеству блока питания обязательно надо уделить внимание, особенно при сборке компьютера для работы с важными данными. Важно

отметить, что это качество никак не связано с заявленной на этикетке мощностью, а судить о нем можно лишь по цене и весу блока питания.

Внезапное выключение компьютера из-за аварий электросети – одна из частых причин потери данных. Источники бесперебойного питания почти всегда страхуют от таких неприятностей. Очень рекомендуется устанавливать программное обеспечение, состоящее в комплекте с источниками бесперебойного питания, чтобы даже в отсутствие пользователя компьютер смог сохранить документы, закрыть открытые приложения и корректно завершить работу при длительном перерыве в электроснабжении. Для компьютеров, на которых хранится крайне важная информация, одновременно нужны и надежные блоки питания, и источники бесперебойного питания!

Операционная система и прикладные программы. Реальный выбор операционных систем на сегодня невелик. Это Windows Vista для новых и более мощных компьютеров и Windows XP для остальных. Операционная система Windows Vista почти постоянно записывает что-нибудь на диск. Службы индексирования, теневого копирования, а также с десяток менее заметных процессов требуют частого обращения к винчестеру. Кроме того, по умолчанию раз в неделю по средам в 1:00 ночи при простое более 3 минут автоматически запускается дефрагментация. Если в это время компьютер был выключен, задание ожидает очередного включения.

Внезапное отключение питания во время дефрагментации чревато самыми неприятными последствиями. Поэтому для компьютеров с операционной системой Windows Vista источник бесперебойного питания – важная необходимость.

Хотя операционная система Windows Vista очень аккуратно работает с дисковой подсистемой, некоторая опасность для данных исходит от устаревших приложений. Совместимость с Windows Vista – проблема, которая еще только решается на протяжении 2008 года. Создатели Windows Vista настоятельно рекомендуют пользоваться последними версиями прикладных программ, проверенными на полную совместимость с этой операционной системой.

Некоторые служебные программы, например дисковые редакторы, программы для работы с разделами диска и т. п., в неумелых руках очень опасны. Хотя в такие утилиты обязательно заложена «защита от дурака» (Fool Proof), именно он эту защиту и постарается проигнорировать. Вывод: подобные программы на большинстве компьютеров не стоит даже устанавливать, иначе кто-нибудь обязательно захочет посмотреть, что это, для чего нужно и как оно работает.

Вирусы. Вредоносное программное обеспечение пишется специально, чтобы создавать проблемы. Не так давно каждый второй вирус обязательно делал что-то интересное с файлами или файловой системой. Типичные приемы: затирание или изменение MBR, затирание или изменение записей файловой системы, удаление или искажение содержимого файлов, запись «мусора» на уровне блоков жесткого диска. Правда, в последнее время внимание вирусописателей переключилось на сетевые «шалости», однако и для локальных дисков угроз по-прежнему хватает. Профилактика такого рода проблем отлично отработана: антивирусные мониторы и сканеры, технические и организационные препятствия установке пользователями непроверенных программ и т. д. С последствиями действий вредоносных программ тем не менее приходится сталкиваться регулярно.

Оптимальная тактика в подобных случаях – извлечение информации с пострадавшего диска программными методами на другом компьютере, а затем проверка антивирусной программой как восстановленных файлов, так и исходного диска. Если начинать с антивирусных процедур, вероятность успешного восстановления данных обычно падает.

Flash-накопители

Flash-диски и карты памяти, как уже отмечалось, обладают значительным, но все же конечным ресурсом операций записи/стирания. Их прямое назначение – временное хранение

информации и перенос ее с одного устройства на другое.

В последнее время растет интерес к так называемым приложениям категории portable software – программам, которые не требуют обычной инсталляции, записываются на съемный носитель и могут запускаться с него на любом компьютере. При этом все данные настроек и временные файлы сохраняются на том же носителе в папке программы. Это очень удобно для тех, кто по роду деятельности хочет иметь под рукой весь набор нужных приложений независимо, за каким компьютером он сейчас работает.

Точно так же многие предпочитают держать на flash-диске все свои текущие документы и работать с ними то дома, то в офисе. Проблема состоит в том, что при частом и регулярном сохранении и обновлении множества мелких файлов отдельные блоки flash-памяти могут деградировать гораздо раньше остальных. Flash-диски на такой режим работы не рассчитаны. В каком-то смысле для этой цели лучше подходят внешние винчестеры, хотя в кармане их носить неудобно.

От удобств «всего офиса в брелке» отказываться, конечно, не стоит. Однако, если flash-диск используется подобным образом, целесообразно ежедневно делать полную копию всего его содержимого на жесткий диск. Две-три минуты, затраченные каждый день на такое копирование, позволят избежать проблем. Еще лучше делать копии в конце работы на каждом из компьютеров – так в вашем распоряжении обязательно окажется самая последняя и актуальная копия.

На новом или чужом и неизвестном компьютере flash-диск безопаснее вставлять в разъем USB на материнской плате. Если при сборке компьютера были перепутаны провода питания и «земли», идущие к дополнительным разъемам на передней панели корпуса, в таком гнезде flash-диск сгорает за считанные секунды.

От механических поломок flash-диски предохраняют шнуры-удлинители. Миниатюрный брелок, вставленный в гнездо на корпусе ноутбука или системного блока, очень легко нечаянно задеть и отломить вместе с разъемом. Гораздо удобнее заранее включить в гнездо удлинитель, а flash-диск подключать уже к разъему на конце удлинителя, выведенного на видное место. Кстати, так уменьшается вероятность забыть свой брелок в чужом компьютере.

Значок Безопасное извлечение устройства в области уведомлений Панели задач показывается не зря, хотя, по большому счету, это уже перестраховка. Операционные системы Windows Vista и Windows XP корректно обрабатывают и подключение, и отключение flash-накопителей. Тем не менее кэширование при записи на такие носители никто не отменял (хотя оно очень просто включается и отключается на вкладке Политика диалога свойств накопителя в Диспетчере устройств). Поэтому, как минимум, отсоединять flash-диск от порта следует секунд через десять – пятнадцать после того, как будут закрыты все открытые с нее файлы или завершит работу индикатор копирования Проводника Windows. Если же вы педантичны по природе, пользуйтесь значком Безопасное извлечение устройства, хотя большинству пользователей это быстро надоедает.

Индикатор-светодиод на flash-дисках и кард-ридерах сделан не только для украшения. Если отсоединить диск в то время, когда индикатор мигает, логические ошибки на этом носителе неизбежны. Простая хорошая привычка обращать внимание на индикатор и то, какие файлы сейчас открыты на flash-диске, почти наверняка позволяет избежать появления логических ошибок и битых файлов на таких дисках.

Картам памяти угрожают механические поломки, жидкости, грязь и статическое электричество. При обращении с картами памяти главное – не прикладывать к ним особых механических усилий. Карты, извлеченные из фотоаппарата или плеера, лучше хранить и носить в жестком футляре.

Лазерные диски

Среди записываемых и перезаписываемых болванок можно встретить как вполне

надежные, так и явно неудачные экземпляры. Последние, даже при аккуратном обращении и хранении, через несколько лет могут выйти из строя из-за деградации записываемого слоя. К сожалению, ни по внешнему виду, ни по цене о качестве болванок судить нельзя – рынок полон подделок.

Проверяйте диск после записи. Функция автоматической проверки заложена во все известные программы для записи дисков, хотя по умолчанию она обычно отключена: верификация записи занимает несколько минут. Другой вариант проверки – для проверки скопировать все содержимое только что записанного лазерного диска во временную папку, хотя бы на Рабочий стол, а затем удалить.

Если на компакт-диск записываются какие-то данные, которые нужно сохранить на длительное время, например семейный фотоальбом или видеозаписи свадьбы, рекомендуется сделать две копии. Для этих копий надо обязательно взять болванки разных производителей, так как неизвестно, как поведет себя диск через пять или десять лет. Впрочем, лет через пятнадцать, возможно, уже трудно будет найти привод, способный читать такие диски. В связи с этим время от времени полезно переписывать важные данные на более современный носитель.

Диски, особенно записываемые и перезаписываемые, нужно оберегать от прямых солнечных лучей, повышенной температуры, ударов и других внешних воздействий. Вред дискам наносят также пыль и табачный дым.

Диски с информацией длительного хранения лучше всего держать в стандартных коробках (Jewel Box), стоящих вертикально. Так менее вероятна возможность деформации диска. В коробке диск соприкасается только с центральным держателем и находится в подвешенном состоянии. Конверты и портмоне подходят лишь для хранения менее ценных дисков. Тем более конверт тоже царапает поверхность диска.

Подписывать диски можно только специальными фломастерами. Вещества, входящие в состав многих несмываемых маркеров, способны со временем вступить в реакцию с материалами защитного слоя и испортить диск. Самоклеящиеся этикетки, особенно фирменные, выглядят аккуратно, но пользоваться ими тоже нежелательно. Во-первых, наклейка может нарушить балансировку диска, во-вторых, липкий слой иногда способен взаимодействовать с покрытием диска. Архивные диски, предназначенные для долгого хранения, лучше вообще не помечать, а все необходимые комментарии написать на листке бумаги и вложить в коробку с диском.

Протирать диски следует очень осторожно, желательно мягкой салфеткой, а не рукавом. Движения должны быть направлены в радиальном направлении – радиальные царапины менее опасны, чем кольцевые.

Резервное копирование

Единственный способ сохранить информацию максимально долго – сделать ее многократно избыточной и распределить по разным носителям. За всю историю развития компьютерной техники было придумано два принципиальных пути.

- **Зеркалирование, или дублирование.** Информация одновременно (или почти одновременно) записывается на два или более носителя. Все носители практически равноценны, каждый из них является точной копией остальных, и все они одинаково актуальны. Практически зеркалирование реализуется двумя способами.

- Аппаратный RAID-массив. Это решение было рассмотрено в главе 3.

- Программный RAID-массив, который в операционной системе Windows основан на *динамических томах*. В этом случае дублирование информации на несколько дисков или разделов осуществляется средствами операционной системы. Этот способ выгоден тем, что не требует специального аппаратного контроллера и может быть реализован практически на любом компьютере. Недостатками является некоторое снижение быстродействия и

дополнительная нагрузка на процессор. Подробное описание и инструкции по использованию динамических томов содержатся в справочной системе Windows.

- Резервное копирование (архивирование). В отличие от зеркалирования, резервное копирование производится периодически. В результате возникает архив – снимок исходной информации на какой-то момент времени. Актуальность архива определяется тем, насколько информация в исходном расположении изменилась после создания очередного архива.

В резервном копировании существует несколько общих правил. Выбор тех или иных решений диктуется, в первую очередь, ценностью архивируемых данных.

- Надежной является резервная копия, создаваемая на другом физическом носителе, на этом или другом компьютере.

- От сантехнических неполадок, пожарных и прочих стихийных бедствий может спасти только резервная копия, хранящаяся в другом помещении или даже здании. Поэтому наиболее важные данные следует копировать на съемный носитель, который рекомендуется хранить в безопасном месте.

- Наличие резервной копии не гарантирует отсутствия в ней ошибок. Эти ошибки могли возникнуть в исходных данных еще до создания копии. Поэтому резервное копирование должно быть периодическим и систематическим. Набор архивов разной давности повышает вероятность обнаружить уже актуальные, но еще не искаженные данные в одной из ранних копий.

Простейший случай резервного копирования – обычное копирование файлов и папок на другой диск, что часто и делается. Разумно эту процедуру автоматизировать, особенно если нужно архивировать большое количество файлов и с разной периодичностью.

Средства операционной системы

В операционной системе Windows Vista предусмотрены определенные инструменты для автоматического резервного копирования.

- Центр архивации и восстановления (Пуск → Все программы → Обслуживание → Центр архивации и восстановления) позволяет создавать резервные копии целых разделов, а также отдельных папок и файлов по команде пользователя или по расписанию. Со страницы Защита файлов и компьютера с помощью архивации доступны основные операции: резервное копирование и восстановление из ранее сохраненных копий (рис. 6.3).

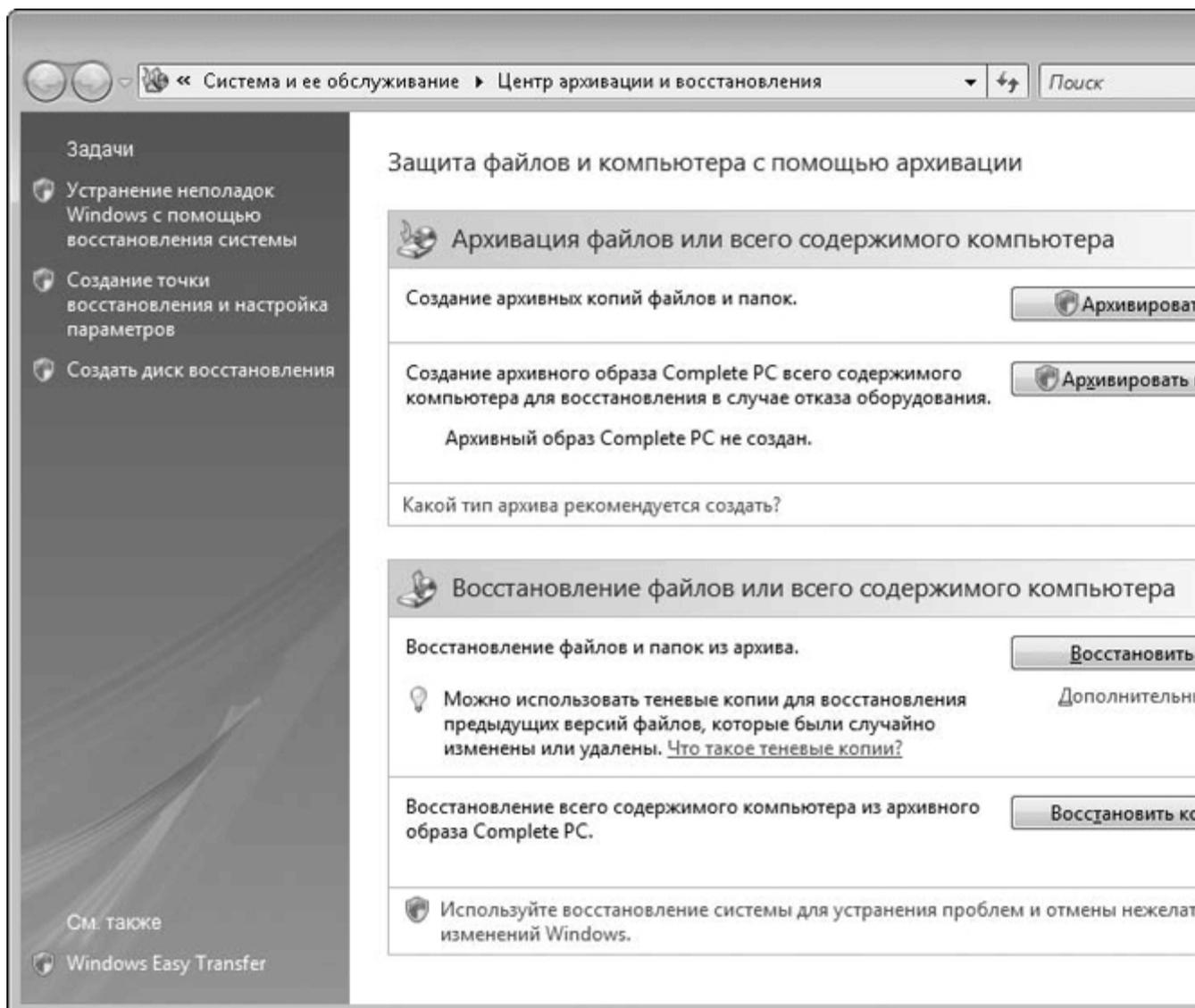


Рис. 6.3. Центр архивации и восстановления

Ссылка *Дополнительные параметры* на этой странице открывает дочернее окно *Состояние и настройка архивации*, в котором настраиваются расписание и другие параметры автоматического архивирования.

- Функция *восстановления системы* заключается в автоматическом создании точек восстановления – снимков состояния системы. Теневые копии файлов и папок автоматически сохраняются как часть *точки восстановления*. Если защита системы включена, Windows автоматически создает теневые копии файлов, измененных после создания точки восстановления, обычно раз в день. Параметры восстановления системы задаются на вкладке *Защита системы* диалога *Свойства системы* (рис. 6.4).

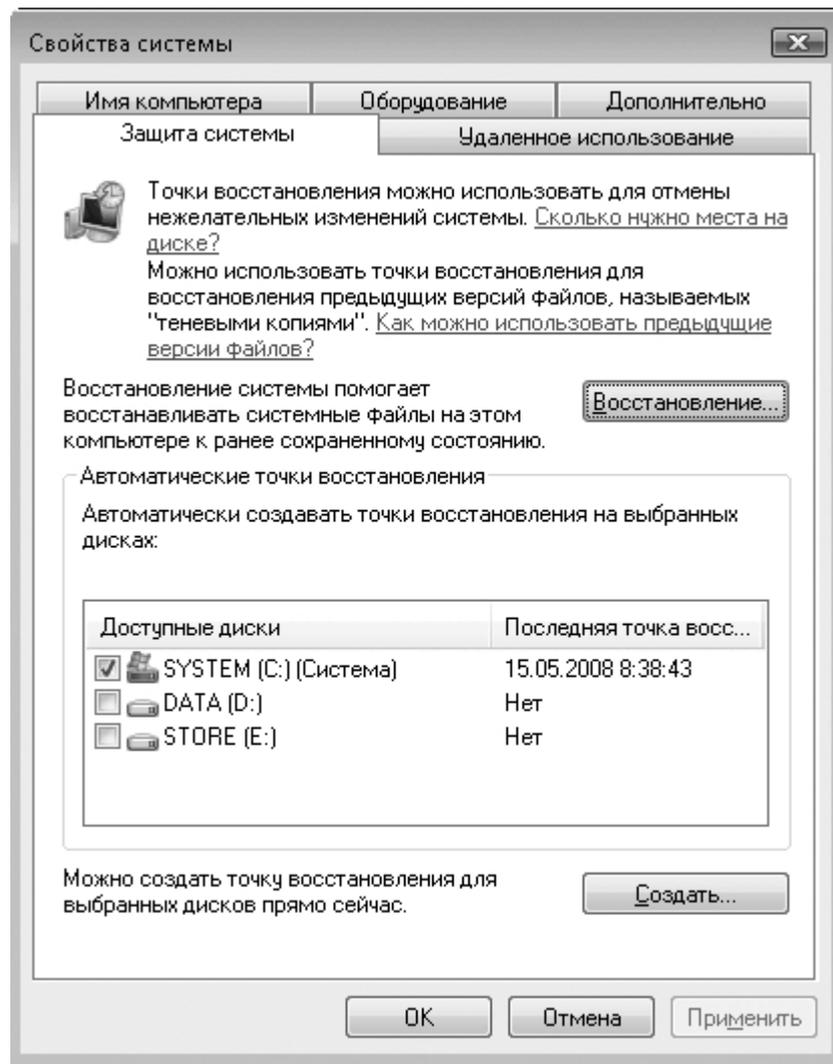


Рис. 6.4. Окно Свойства системы

В контекстном меню файлов и папок присутствует команда Восстановить прежнюю версию. По этой команде открывается окно свойств файла или папки на вкладке Превшие версии. В качестве прежних версий рассматриваются все доступные копии: и включенные в точки восстановления, и сделанные с помощью Центра архивации и восстановления. Таким образом, функции резервного копирования и восстановления интегрированы с пользовательским интерфейсом операционной системы Windows.

Собственные средства операционной системы Windows Vista позволяют решить практически любые задачи по резервному копированию и восстановлению данных из резервных копий. Для резервного копирования создано множество программ. Если они и не имеют новых возможностей по сравнению со встроенными инструментами операционной системы, то во всяком случае более удобны в использовании.

Программа Acronis True Image

Семейство программ Acronis True Image (www.acronis.ru) предназначено для резервного копирования и восстановления. В линейку входят решения для домашних пользователей, малых и крупных предприятий. Самые сильные стороны этих программ, точнее программных пакетов, – работа с образами разделов и физических дисков и очень быстрое восстановление содержимого системного раздела. Как правило, эти программы устанавливаются и используются для почти моментального восстановления системного раздела в случае сбоя операционной системы. Вместе с тем эти программы обладают и прекрасными

возможностями для резервного копирования файлов и папок, что делает их достойной альтернативой даже встроенным инструментам операционной системы Windows Vista, не говоря уже о Windows XP.

Далее будут рассмотрены только функции программы, касающиеся резервного копирования отдельных файлов и папок. Мастер резервного копирования (меню Действия → Создать архив) предлагает два варианта действий: архивирование дисков (разделов) и архивирование отдельных папок и файлов. Для однократного копирования можно воспользоваться этим мастером. Гораздо удобнее вызвать Планировщик (меню Действия → Создать новое задание). Этот мастер позволяет не только задать параметры резервного копирования определенных объектов, но и сразу же настроить расписание их автоматического архивирования.

1. В главном окне программы (рис. 6.5) выберите команду меню Действия → Создать новое задание. Появится окно мастера – Планировщика заданий (рис. 6.6).

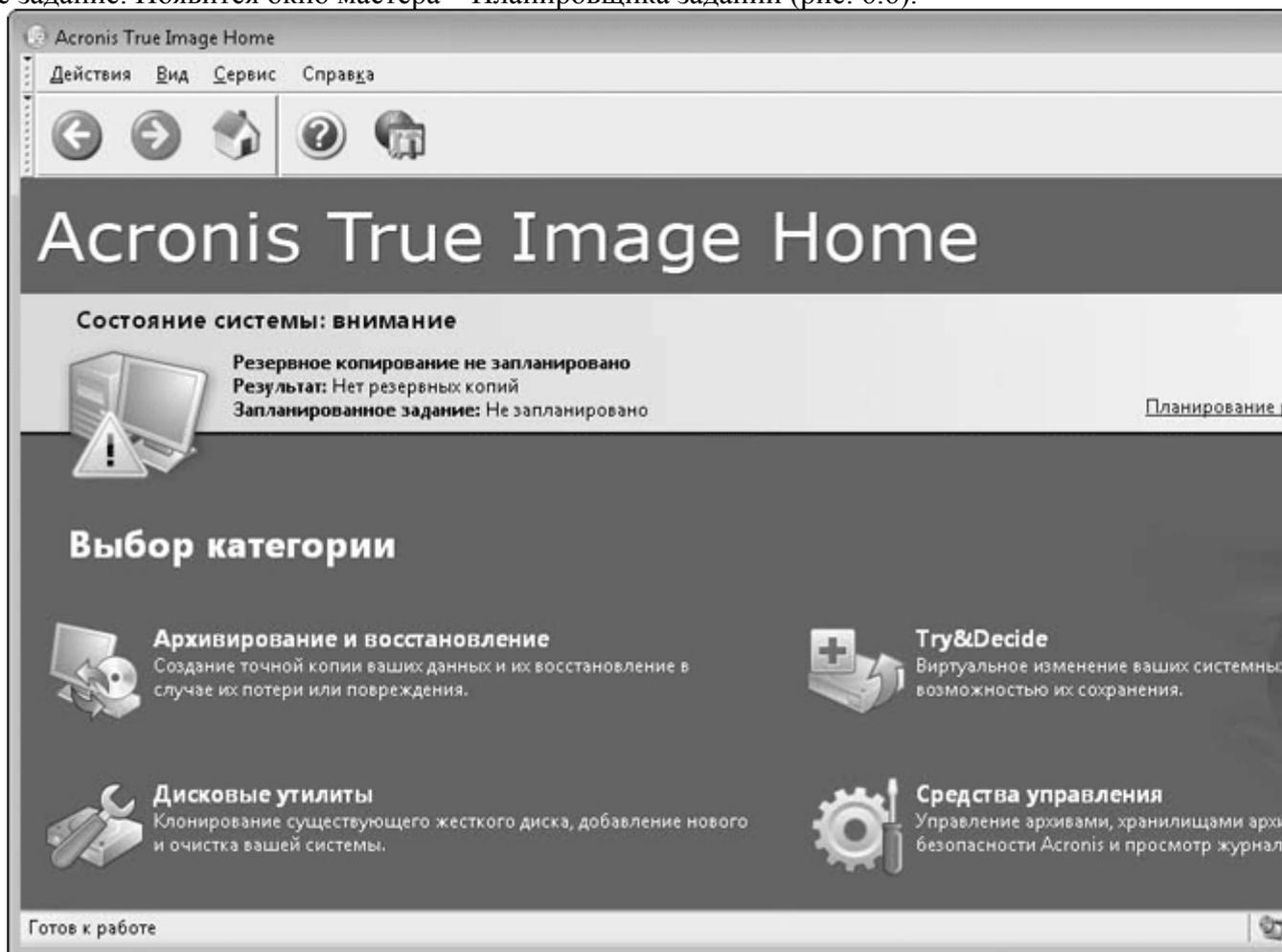


Рис. 6.5. Главное окно программы



Рис. 6.6. Выбор типа резервного копирования

Пока не запланировано ни одного задания, в главном окне программы присутствует ссылка Планирование резервного копирования. Эта ссылка также запускает Планировщик.

2. На первых двух шагах Планировщик показывает краткое описание задач и предлагает создать резервную копию либо проверить уже существующую. Установите переключатель в положение Создать резервную копию и нажмите кнопку Далее. Появится третье окно мастера – Тип резервного копирования (см. рис. 6.6).

3. Укажите в этом окне, что нужно копировать:

- Мой компьютер – создается образ диска или раздела.
- Мои данные – создается архив, содержащий выбранные файлы и папки, либо все файлы по маске, обнаруженные на компьютере.
- Мои программы – в архив включаются папки указанных приложений, а также относящиеся к этим программам ветви реестра Windows.
- Моя электронная почта – в архив сохраняется база сообщений и настройки стандартного почтового клиента (Microsoft Outlook, Microsoft Outlook Express или Windows Mail).

Установите переключатель в положение Мои данные и нажмите кнопку Далее. Появится следующее окно мастера (рис. 6.7).

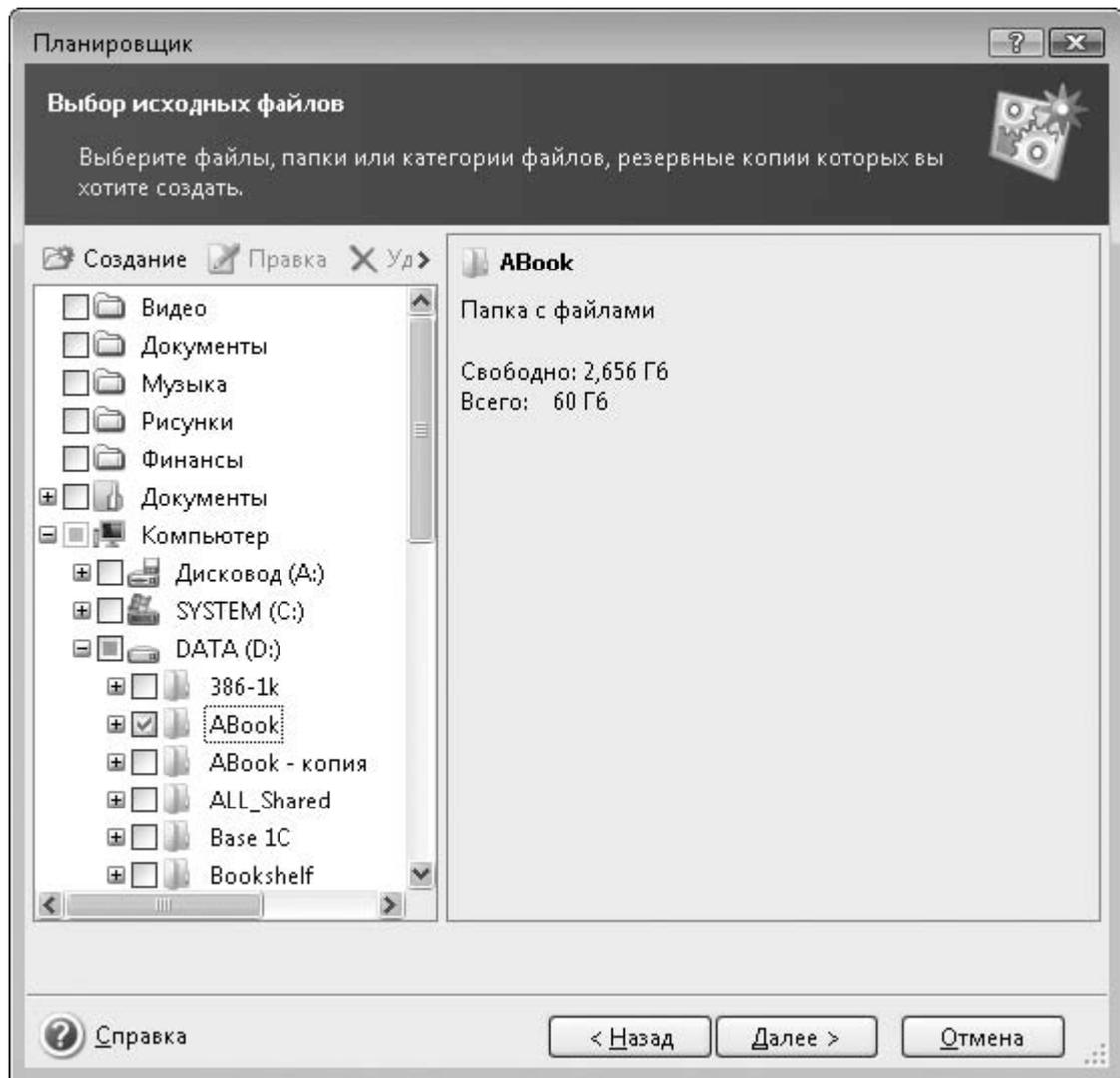


Рис. 6.7. Выбор исходных файлов

4. В окне Выбор исходных файлов приведено дерево файлов и папок. Установите в этом дереве флажки напротив тех объектов, которые нужно включить в создаваемый архив. Нажмите кнопку Далее.

5. В очередном окне предлагается исключить из архива отдельные типы файлов. По умолчанию исключаются временные файлы по маскам *.tmp, *.bak и Нажмите кнопку Далее.

6. В окне Место сохранения архива укажите место расположения и имя создаваемого архива. Программа Acronis True Image создает архивы в собственном формате TIB. Нажмите кнопку Далее и перейдите к диалогу выбора режима резервного копирования.

Программа поддерживает все три основных режима, которые давно приняты в резервном копировании. Полное архивирование комментариев не требует – это то, что обычно делает любая программа-архиватор или упаковщик. Главная проблема при резервном копировании – место для хранения резервных копий. Особенно это заметно, когда необходимо хранить несколько резервных копий, сделанных в разное время. Даже при самом эффективном сжатии исходных файлов общий объем нескольких полных копий обычно превышает размер этих файлов. Выход заключается в том, чтобы создать полную копию лишь однажды, а затем включать в новые архивы только данные об изменениях исходных файлов. Сделать это можно двумя разными способами (рис. 6.8). Платой становятся дополнительные вычисления. Тем не менее вычислительные ресурсы, в отличие от дополнительных хранилищ данных, почти ничего не стоят, ведь архивирование обычно выполняется в фоновом режиме, когда компьютер все равно простаивает.

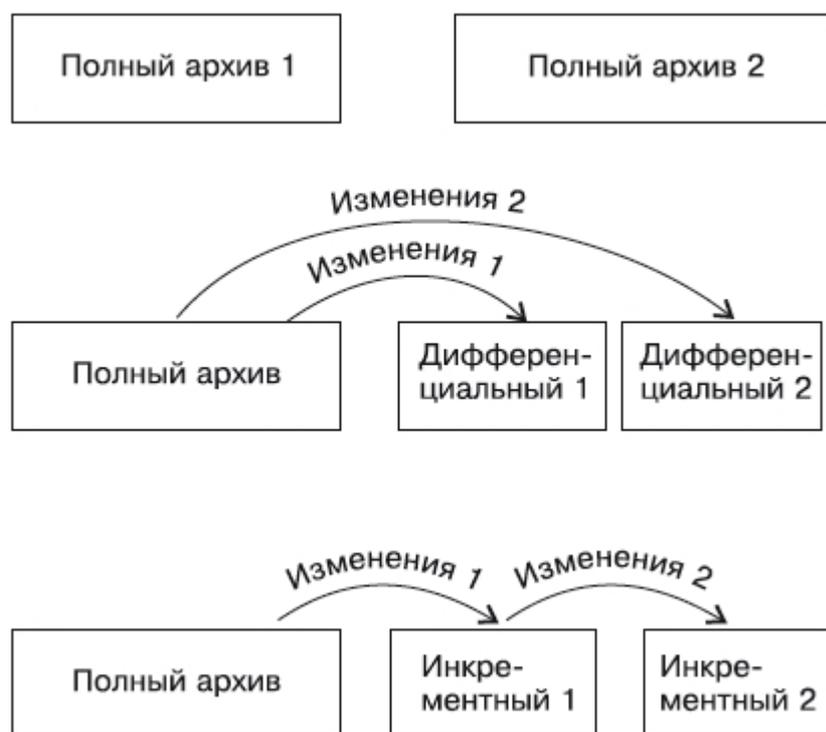


Рис. 6.8. Режимы резервного копирования

Полный архив (полная резервная копия) содержит все данные из исходного размещения. Полная резервная копия самодостаточна и может служить базой для последующего создания инкрементных и дифференциальных архивов.

Дифференциальный архив содержит лишь изменения, которые были произведены в исходных файлах после создания полной резервной копии. Для восстановления нужны два файла: полная резервная копия и текущий дифференциальный архив. Это быстрый и экономный способ архивирования. Восстановление данных из дифференциального архива будет происходить чуть дольше, чем из полного, но быстрее, чем из инкрементного. Дифференциальное резервное копирование более эффективно, если каждый раз изменения происходят в одних и тех же файлах, например при работе с базой данных 1С: Бухгалтерия.

Инкрементный архив содержит только те данные, которые были изменены со времени создания последнего инкрементного архива или первой полной резервной копии. Файлы инкрементных архивов обладают наименьшим размером. Для восстановления данных из инкрементного архива всегда требуется наличие полной (первой) резервной копии и всей цепочки созданных ранее инкрементных архивов. Инкрементное архивирование наиболее эффективно, когда в исходных данных часто происходят незначительные изменения, но каждый раз они затрагивают разные файлы. Типичный случай – рабочая папка, в которой всякий раз одни документы добавляются, другие редактируются, а третьи удаляются.

Примечание

После дефрагментации диска размер очередного инкрементного или дифференциального архива может возрасти почти до размера полной резервной копии. Иногда после дефрагментации выгоднее создать новую полную копию и уже с нее строить очередные дифференциальные или инкрементные архивы.

1. В окне Режим резервного копирования установите переключатель в одно из трех положений и нажмите кнопку Далее.

2. В следующем окне укажите, должна ли программа использовать параметры архивирования по умолчанию либо для этого задания требуется назначить особые параметры.

К таким параметрам относятся степень сжатия, приоритет процесса, дополнительные

команды до и после архивирования и т. д. Можно также сделать, чтобы по завершении операции компьютер отправил уведомление по электронной почте или административное оповещение в локальной сети.

3. В очередном окне введите комментарий к создаваемому архиву. При наличии большого количества заданий и архивов подробные комментарии помогут разобраться в наборе резервных копий.

4. В следующих двух диалогах мастера задается расписание, по которому должно выполняться задание.

- По времени:
 - ежедневно;
 - еженедельно;
 - ежемесячно.
- По событию:
 - при входе пользователя в систему;
 - при изменении свободного пространства на диске сверх заданного предела.

• По истечении заданного времени, прошедшего после выполнения предыдущего задания.

5. В завершающих диалогах Планировщика при необходимости указываются параметры учетной записи пользователя, от имени которого будет выполняться резервное копирование, и еще раз просматриваются все свойства нового задания. Если настроек достаточно, нажмите кнопку Завершить, чтобы вернуться в главное окно программы, в котором теперь показан список назначенных заданий (рис. 6.9). Чтобы увидеть подробные сведения о каждом задании, достаточно щелкнуть на нем правой кнопкой мыши.

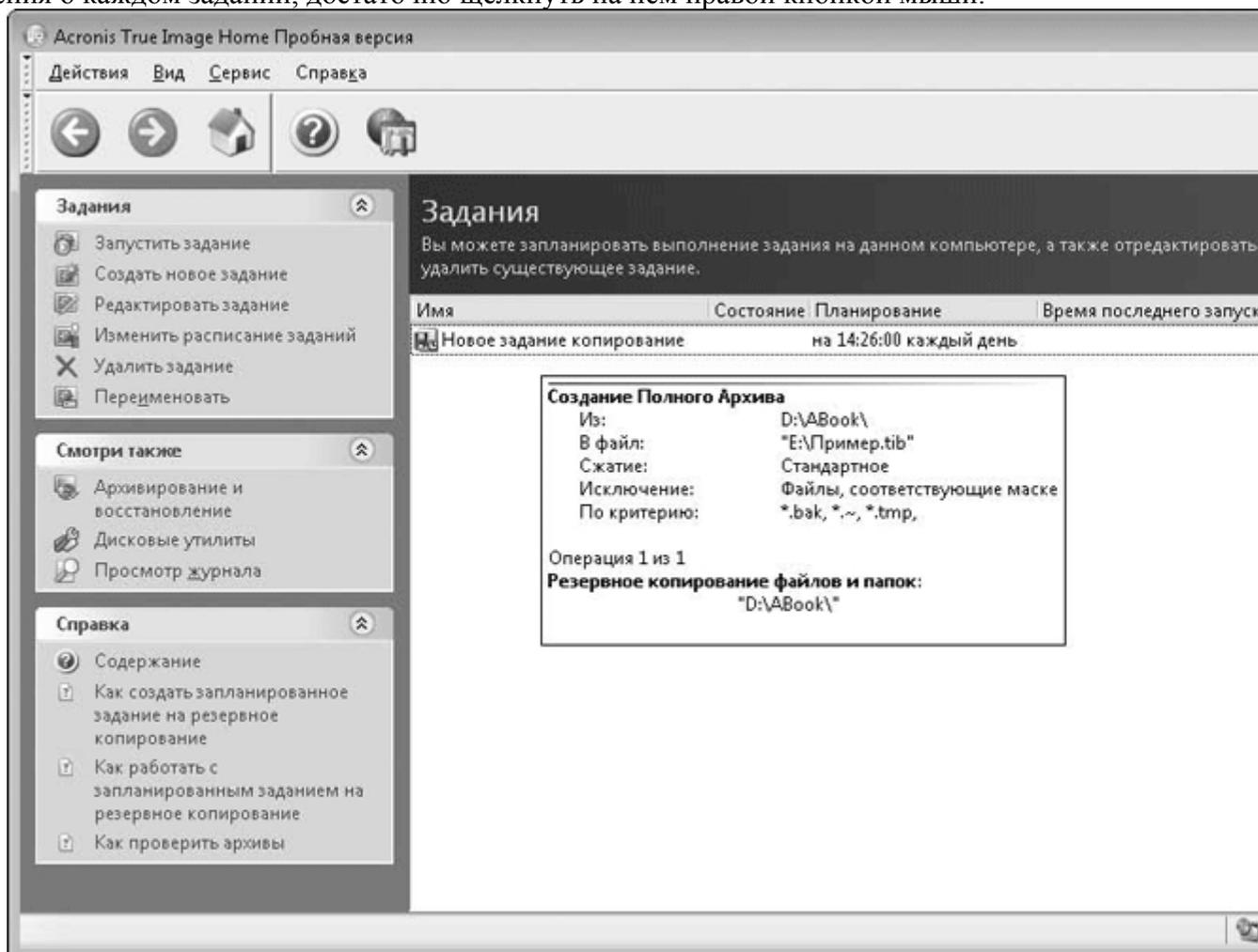


Рис. 6.9. Список заданий

Таким образом, удастся гибко запланировать архивирование самых разных объектов, в различное время и по отдельным условиям. Планирование резервного копирования – задача творческая, требующая четкого представления: что, зачем и когда целесообразнее архивировать.

В состав пакета программ Acronis True Image входят еще три полезных средства. Они решают задачи безопасности, о которых речь шла чуть раньше.

Acronis Drive Cleanser – инструмент для гарантированного уничтожения всех данных на выбранных разделах или/и дисках компьютера. Это отдельное приложение (WiperTool.exe), однако ссылка для его вызова интегрирована в оболочку программы Acronis True Image.

Мастер Очистки системы гарантирует устранение всех следов работы на компьютере, в том числе удаляет временные файлы, очищает список открывавшихся и сохранявшихся файлов, использовавшихся пользователем паролей, затирает свободное пространство на диске от следов хранившейся там ранее информации и т. д.

Шредер файлов – специальный мастер, позволяющий быстро выбрать те файлы и папки, содержимое которых подлежит гарантированному уничтожению без возможности последующего восстановления.

Благодаря этим и другим возможностям пакет Acronis True Image оказывается удачным комплексным решением в области восстановления системы, сохранности данных и решения смежных задач.

В заключение будет рассмотрена типичная тактика предупреждения потерь данных в разных ситуациях.

Домашний компьютер

В типичном домашнем компьютере обычно присутствует один жесткий диск. Поэтому основным методом резервного копирования пользовательских данных становится запись архивов на лазерные диски. А компьютер выступает местом копирования информации с различных портативных устройств: телефонов, камер, карманных компьютеров, flash-дисков (рис. 6.10).

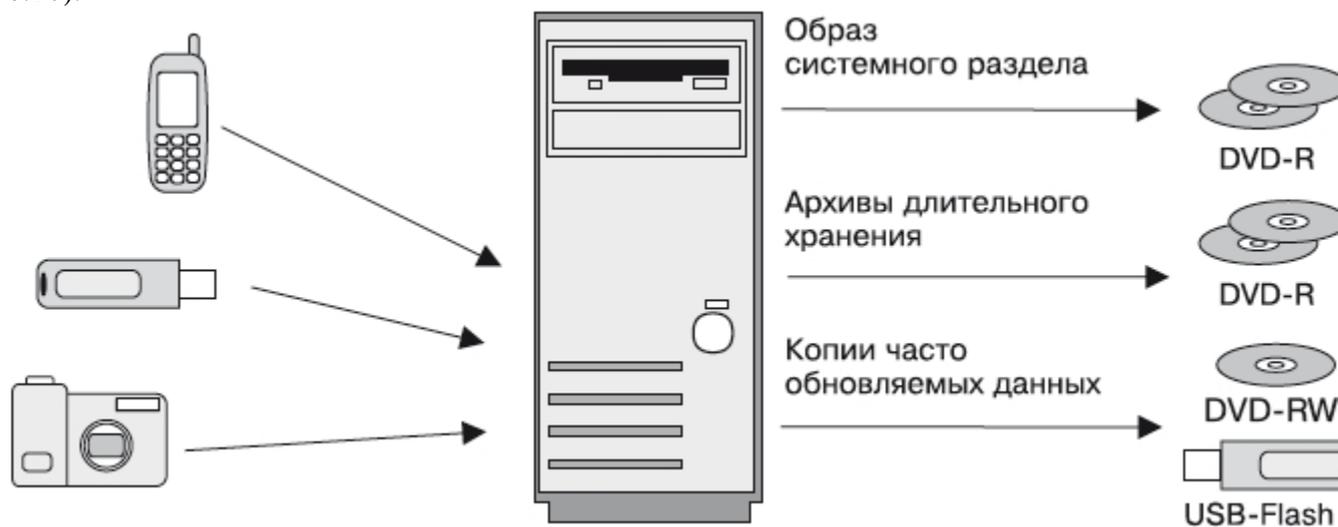


Рис. 6.10. Резервное копирование на домашнем компьютере

При резервном копировании целесообразно сразу же разделять категории данных. То, что предназначено для хранения, целесообразно сохранять на записываемые диски (CD-R, DVD-R). При этом не лишней окажется и запись дубликатов. Перезаписываемые диски или даже flash-накопители больше подойдут для архивирования часто изменяющихся данных. Создание образа системного раздела уже стало общепринятой тактикой. Хотя это и не относится к резервному копированию пользовательских данных, такая процедура позволяет

очень быстро восстановить работоспособность системы и в случае вирусных атак, и после неудачных экспериментов с настройками, и при авариях жесткого диска.

Как только в результате модернизации в компьютере появляется второй винчестер, возможности архивирования сразу расширяются. Старый жесткий диск, обладающий меньшей емкостью и относительно невысоким быстродействием, обычно становится вторым. На него очень удобно сохранять резервные копии, хотя это и не отменяет архивирование на съемные носители.

Малая сеть

Локальная сеть – хороший инструмент, автоматически снижающий затраты на резервное копирование. С одной стороны, это возможность централизованного хранения данных на надежном оборудовании, например сервере с RAID-массивом. С другой стороны, это простор для распределенного и избыточного хранения информации.

Если в одноранговую сеть входят от двух до пяти-восьми компьютеров, в ней редко выделяется отдельный сервер. В таком случае оправдано перекрестное копирование, когда данные с любого компьютера архивируются на соседний. Вместе с тем, если один из компьютеров снабжен RAID-массивом, именно его целесообразно использовать для хранения всех или большинства резервных копий. Даже если все рабочие документы находятся на локальных компьютерах, создание централизованного хранилища на самом надежном узле сети позволит упорядочить и облегчить процедуру архивирования. Критически важные данные удобно дублировать на съемные носители уже с этого компьютера.

Важно решить, будут ли средства архивирования устанавливаться и запускаться на каждом компьютере сети либо только на сервере или компьютере, играющем эту роль. Единого рецепта не существует: все зависит от политики, принятой в компании. Технически большинство программ, в том числе и Acronis True Image, легко позволяет реализовать оба варианта.

Первый вариант уместнее в компаниях, где бизнес-процессы и роли непрерывно развиваются, а рабочий день многих сотрудников ненормирован. В таком случае целесообразно распределить часть обязанностей по резервному копированию между всеми сотрудниками: каждый решает, какие данные и когда он должен архивировать.

Это позволит избежать ситуаций, когда производится попытка заархивировать файлы, еще открытые в приложениях, либо, наоборот, выполнить резервное копирование данных с выключенной рабочей станции. Разумеется, в информационной политике должен быть четко прописан конечный результат: каждый сотрудник лично отвечает за сохранность данных, с которыми он работает (рис. 6.11).

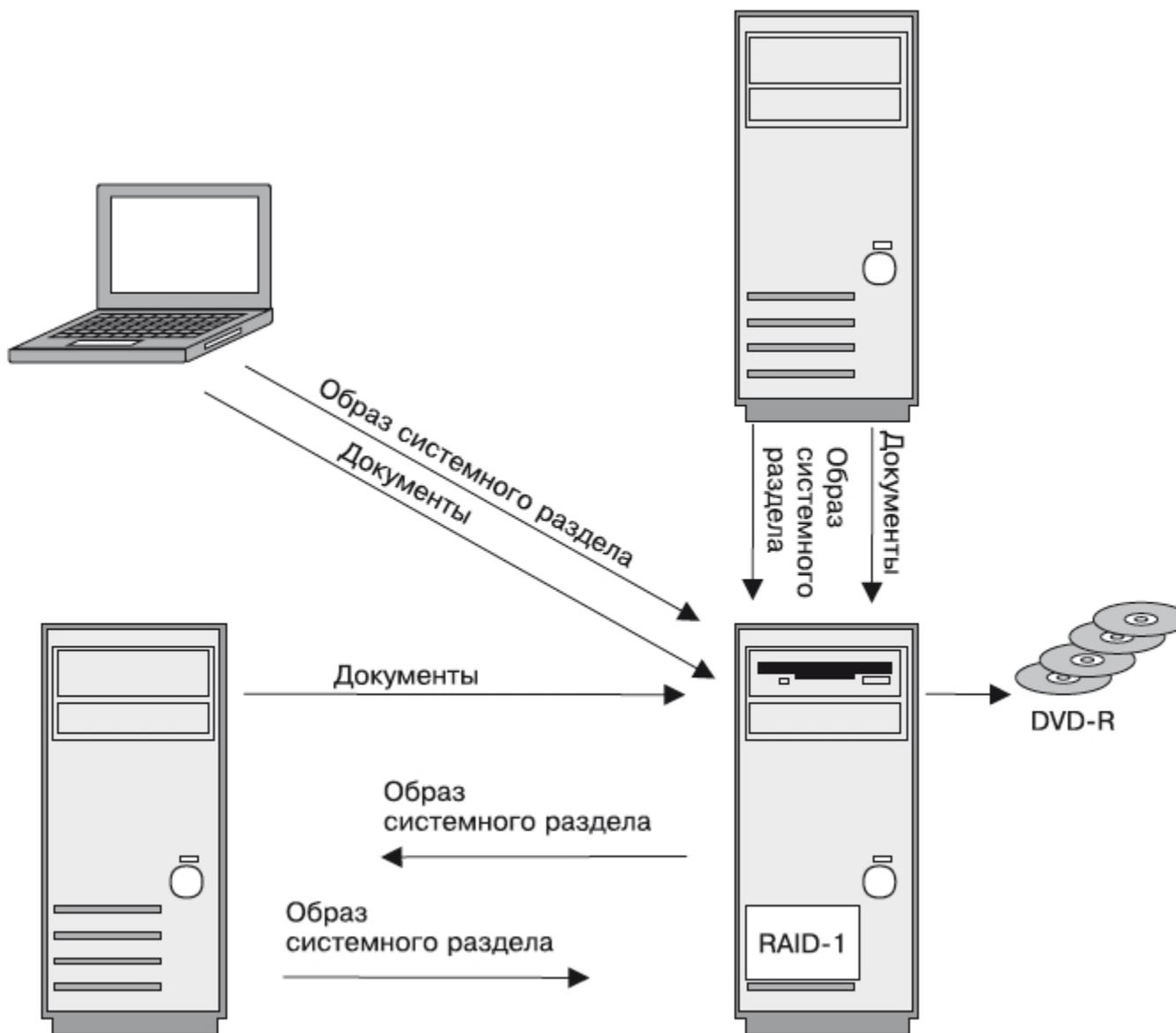


Рис. 6.11. Резервное копирование в малой сети

Второй вариант предпочтителен для фирм с четко распределенными стабильными бизнес-процессами и ролями. Системному администратору удобнее осуществлять резервное копирование с одного компьютера. Однако для этого важно определить время и порядок архивирования. Все сотрудники должны следовать этому графику, а рабочие документы держать в строго определенных папках.

Новые решения и перспективы

Чем крупнее предприятие, тем ценнее становится его информационное наполнение, хотя бы из-за роста потенциальных убытков от потерь данных. Соответственно, такое предприятие может позволить себе более серьезные и ресурсоемкие технологии хранения данных. Вместе с тем, решения, еще недавно считавшиеся атрибутом лишь больших корпоративных сетей, постепенно стали применяться и в малом бизнесе.

Обязательный атрибут большой корпоративной сети – отказоустойчивые серверы, которые используются для резервного копирования всех данных. Как правило, если на одном сервере хранится часть рабочих документов, то их резервные копии находятся на другом и т. д.

Альтернативой или дополнением к таким серверам служат сетевые хранилища данных

(Network Area Storage – NAS). Модуль NAS – специализированный микрокомпьютер, в котором организован дисковый массив. Все управление сетевым хранилищем осуществляется со встроенной панели или по сети через браузер. Основная, а часто и единственная задача операционной системы такого компьютера – предоставление доступа к дисковому массиву через локальную сеть. Несомненным достоинством модулей NAS являются их низкая стоимость и масштабируемость. По мере необходимости в сеть легко добавлять новые модули и тем самым наращивать объем сетевого хранилища.

Показанный на рисунке 6.12 сетевой дисковый массив D-Link DNS-323 с двумя отсеками для жестких дисков стоит всего около \$230 (без стоимости винчестеров) и ориентирован на использование в малом бизнесе. Подключенные к нему винчестеры могут конфигурироваться как два самостоятельных диска – RAID-0 или RAID-1. Существуют беспроводные устройства подобного класса, которые оснащены интерфейсом Wi-Fi (IEEE 802.11) и могут быть моментально добавлены в любую беспроводную сеть.



Рис. 6.12. Сетевое хранилище

Более совершенные четырехдисковые системы ценой около \$1000 можно конфигурировать как RAID-0/1/5/6. В устройствах такого класса уже предусмотрена возможность срочной замены дисков (рис. 6.13), что делает их чрезвычайно надежными хранилищами информации.



Рис. 6.13. Сетевое хранилище QNAP NAS Server TS-401T

Еще одна тенденция связана с глобальной сетью. По мере роста размера хранилища стоимость хранения единицы информации в нем падает. При этом в гигантском хранилище,

как это ни парадоксально, проще обеспечить многократное резервирование и тем самым повысить надежность хранения! Для крупных корпораций, подразделения которых территориально разделены, одним из решений является создание централизованных хранилищ данных. Передача информации осуществляется через Интернет.

Более того, в США получила развитие такая услуга, как хранение корпоративных данных на серверах сторонних специализированных организаций. Так, например, компания Sun Microsystems предлагает размещать информацию на защищенных серверах по цене \$1 за один гигабайт в месяц. В Интернете можно встретить немало предложений, касающихся аутсорсинга в области хранения данных. В России услуги дата-центра для крупных клиентов предоставляет компания IBS DataFort (<http://www.datafort.ru>).

В конце 2007 года появились предварительные сообщения о создании нового сервиса на самом популярном интернет-портале Google. Предполагается, что пользователи смогут хранить любые данные на жестких дисках серверов компании, а доступ к данным будет осуществляться через Интернет. Компания планирует предоставлять услуги хранения данных как бесплатно, так и на платной основе. Пока же всем пользователям Google доступна такая бесплатная услуга, как размещение до 1 гигабайта своих фотографий на сервере в рамках проекта Picasa (<http://picasa.google.com>).

Резюме

Сохранность данных – один из аспектов информационной безопасности. В этой области определяющими являются не столько технические, сколько организационные решения. Технически сохранность информации обеспечивается двумя принципиальными методами: дублированием (зеркалированием) и резервным копированием (архивированием). На практике оба метода нередко сочетаются и дополняют друг друга. Для предупреждения утечки информации иногда возникает необходимость гарантированного удаления данных с некоторых носителей.

Надежному хранению данных способствуют рациональная конфигурация компьютеров, правильная эксплуатация различных носителей информации, а также продуманная система резервного копирования. При успешно применяемом резервном копировании проблема извлечения информации с поврежденных носителей отпадает автоматически. Расходы же на предупреждение потерь данных закономерно оказываются меньше затрат на проведение аварийных работ.