

НЕ ВГТУ  
СТРУКТУРА И ОСОБЕННОСТИ  
ФАЙЛОВЫХ СИСТЕМ FAT 1000 000 132 956

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
к лабораторным работам № 4-5 по курсу  
“Операционные системы” для студентов специальности  
230201 “Информационные системы и технологии” очной  
формы обучения

Составитель  
Королев Евгений Николаевич

В авторской редакции

Подписано в печать 04.04.2008.  
Формат 60x84/16. Бумага для множительных аппаратов.  
Усл. печ. л. 2,4. Уч.-изд. л. 2,2. Тираж 60 экз.  
“С” 75. Заказ № 113

ГОУВПО «Воронежский государственный технический  
университет»  
394026 Воронеж, Московский просп., 14

ГОУВПО “Воронежский государственный технический  
университет”

Кафедра “Системы автоматизированного проектирования  
и информационные системы”

**88-2008**

СТРУКТУРА И ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ  
ФАЙЛОВЫХ СИСТЕМ FAT И NTFS

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
к лабораторным работам № 4-5 по курсу  
“Операционные системы” для студентов специальности  
230201 “Информационные системы и технологии ”  
очной формы обучения



**FAT**

**NTFS**

Воронеж 2008

Составитель канд. техн. наук Е.Н. Королев  
УДК 681.3

Структура и особенности построения файловых систем FAT и NTFS: методические указания к лабораторным работам № 4-5 по курсу "Операционные системы" для студентов специальности 230201 очной формы обучения / ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет"; сост. Е. Н. Королев. Воронеж, 2008. 37с.

Методические указания посвящены рассмотрению основных принципов построения таких файловых систем, как FAT и NTFS.

Методические указания предназначены для студентов специальности 230201 естественно-гуманитарного факультета очной формы обучения. Предназначены для студентов 3 курса.

изв.

О.Ю. Макаров  
кафедрой д-р техн. наук,

редакционно-издательского  
ственного технического

ГОУВПО "Воронежский  
технический  
2008

## ВВЕДЕНИЕ

Файловая система (ФС) является важной частью любой операционной системы, которая отвечает за организацию хранения и доступа к информации на каких-либо носителях. Рассмотрим в качестве примера файловые системы для наиболее распространенных в наше время носителей информации – магнитных дисков. Как известно, информация на жестком диске хранится в секторах (обычно 512 байт) и само устройство может выполнять лишь команды считать/записать информацию в определенный сектор на диске. В отличие от этого файловая система позволяет пользователю оперировать с более удобным для него понятием – файл. Файловая система берет на себя организацию взаимодействия программ с файлами, расположенными на дисках. Для идентификации файлов используются имена. Современные файловые системы предоставляют пользователям возможность давать файлам достаточно длинные мнемонические названия.

Под каталогом в ФС понимается, с одной стороны, группа файлов, объединенных пользователем исходя из некоторых соображений, с другой стороны каталог – это файл, содержащий системную информацию о группе составляющих его файлов. Файловые системы обычно имеют иерархическую структуру, в которой уровни создаются за счет каталогов, содержащих информацию о файлах и каталогах более низкого уровня.

Рассмотрим более подробно структуру жесткого диска. Базовой единицей жесткого диска является **раздел**, создаваемый во время разметки жесткого диска. Каждый раздел содержит один том, обслуживаемый какой-либо файловой системой и имеющий таблицу оглавления файлов – корневой каталог. Некоторые операционные системы поддерживают создание томов, охватывающих несколько разделов. Жесткий диск может содержать до четырех

основных разделов. Это ограничение связано с характером организации данных на жестких дисках IBM-совместимых компьютеров. Многие операционные системы позволяют создавать, так называемый, **расширенный** (extended) раздел, который по аналогии с разделами может разбиваться на несколько логических дисков.

В первом физическом секторе жесткого диска располагается головная запись загрузки и таблица разделов (табл. 1). **Головная запись загрузки (master boot record, MBR)** - первая часть данных на жестком диске. Она зарезервирована для программы начальной загрузки BIOS (*ROM Bootstrap routine*), которая при загрузке с жесткого диска считывает и загружает в память первый физический сектор на активном разделе диска, называемый **загрузочным сектором (Boot Sector)**. Каждая запись в таблице разделов (partition table) содержит начальную позицию и размер раздела на жестком диске, а также информацию о том, первый сектор какого раздела содержит загрузочный сектор.

Таблица 1

Таблица деления диска

Размер (байт)	Описание
446	Загрузочная запись (MBR)
16	Запись 1 раздела
16	Запись 2 раздела
16	Запись 3 раздела
16	Запись 4 раздела
2	Сигнатура 055AAh

Различие между файловыми системами заключается, в основном, в способах распределения пространства между файлами на диске и организации на диске служебных областей.

## 1. ФАЙЛОВАЯ СИСТЕМА FAT

Файловая система FAT (File Allocation Table) была разработана Биллом Гейтсом и Марком МакДональдом в 1977 году и первоначально использовалась в операционной системе 86-DOS. Чтобы добиться переносимости программ из операционной системы CP/M в 86-DOS, в ней были сохранены ранее принятые ограничения на имена файлов. В дальнейшем 86-DOS была приобретена Microsoft и стала основой для ОС MS-DOS 1.0, выпущенной в августе 1981 года. FAT была предназначена для работы с гибкими дисками размером менее 1 Мбайта, и вначале не предусматривала поддержки жестких дисков. В настоящее время FAT поддерживает файлы и разделы размером до 2 Гбайт.

В FAT применяются следующие соглашения по именам файлов: имя должно начинаться с буквы или цифры и может содержать любой символ ASCII, за исключением пробела и символов "\[ ] ; | = , ^ \* ?

Длина имени не превышает 8 символов, за ним следует точка и необязательное расширение длиной до 3 символов. Регистр символов в именах файлов не различается и не сохраняется.

Структура раздела FAT изображена на рис. 1. В блоке параметров BIOS содержится необходимая BIOS информация о физических характеристиках жесткого диска. Файловая система FAT не может контролировать отдельно каждый сектор, поэтому она объединяет смежные сектора в **кластеры (clusters)**. Таким образом, уменьшается общее количество единиц хранения, за которыми должна следить файловая система. Размер кластера в FAT является степенью двойки и определяется размером тома при форматировании диска (табл. 2). Кластер представляет собой минимальное пространство, которое может занимать файл. Это приводит к тому, что часть пространства диска расходуется впустую.

В состав операционной системы входят различные утилиты (DoubleSpace, DriveSpace), предназначенные для уплотнения данных на диске.

Загрузочный сектор Блок параметров BIOS (BPB)	FAT	FAT (копия)	Корневой каталог	Область файлов
---	-----	----------------	---------------------	-------------------

Рис. 1. Структура раздела FAT

Свое название FAT получила от одноименной таблицы размещения файлов. В таблице размещения файлов хранится информация о кластерах логического диска. Каждому кластеру в FAT соответствует отдельная запись, которая показывает, свободен ли он, занят ли данными файла, или помечен как сбойный (испорченный). Если кластер занят под файл, то в соответствующей записи в таблице размещения файлов указывается адрес кластера, содержащего следующую часть файла. Из-за этого FAT называют файловой системой со связанными списками. Оригинальная версия FAT, разработанная для DOS 1.00, использовала 12-битную таблицу размещения файлов и поддерживала разделы объемом до 16 Мб (в DOS можно создать не более двух разделов FAT). Для поддержки жестких дисков размером более 32 Мб разрядность FAT была увеличена до 16 бит, а размер кластера - до 64 секторов (32 Кб). Так как каждому кластеру может быть присвоен уникальный 16-разрядный номер, то FAT поддерживает максимально  $2^{16}$ , или 65536 кластеров на одном томе.

Таблица 2

Зависимость размера кластера от размера диска для FAT

Размер раздела	Размер кластера	Тип FAT
< 16 Мб	4 Кб	FAT12
16 Мб – 127 Мб	2 Кб	FAT16
128 Мб – 255 Мб	4 Кб	FAT16
256 Мб – 511 Мб	8 Кб	FAT16
512 Мб – 1023 Мб	16 Кб	FAT16
1 Гб – 2 Гб	32 Кб	FAT16

Поскольку загрузочная запись слишком мала для хранения алгоритма поиска системных файлов на диске, то системные файлы должны находиться в определенном месте, чтобы загрузочная запись могла их найти. Фиксированное положение системных файлов в начале области данных накладывает жесткое ограничение на размеры корневого каталога и таблицы размещения файлов. Вследствие этого общее число файлов и подкаталогов в корневом каталоге на диске FAT ограничено 512.

Каждому файлу и подкаталогу в FAT соответствует 32-байтный элемент каталога (directory entry), содержащий имя файла, его атрибуты (архивный, скрытый, системный и “только для чтения”), дату и время создания (или внесения в него последних изменений), а также прочую информацию (табл. 3).

Файловая система FAT всегда заполняет свободное место на диске последовательно от начала к концу. При создании нового файла или увеличении уже существующего она ищет самый первый свободный кластер в таблице размещения файлов. Если в процессе работы одни файлы были удалены, а другие изменились в размере, то появляющиеся в результате пустые кластеры будут рассеяны по диску. Если кластеры, содержащие данные файла, расположены не подряд, то файл оказывается **фрагментированным**.

Сильно фрагментированные файлы значительно снижают эффективность работы, так как головки чтения/записи при поиске очередной записи файла должны будут перемещаться от одной области диска к другой. В состав операционных систем, поддерживающих FAT, обычно входят специальные утилиты дефрагментации диска, предназначенные повысить производительность файловых операций.

Таблица 3

Элемент каталога

Содержание	Размер (байт)
Имя файла	8
Расширение	3
Байт атрибутов	1
Зарезервировано	10
Время	2
Дата	2
Номер начального кластера с данными	2
Размер файла	4

Еще один недостаток FAT заключается в том, что ее производительность сильно зависит от количества файлов, хранящихся в одном каталоге. При большом количестве файлов (около тысячи), выполнение операции считывания списка файлов в каталоге может занять несколько минут. Это обусловлено тем, что в FAT каталог имеет линейную неупорядоченную структуру, и имена файлов в каталогах идут в порядке их создания. В результате, чем больше в каталоге записей, тем медленнее работают программы, так как при поиске файла требуется просмотреть последовательно все записи в каталоге.

Поскольку FAT изначально проектировалась для однопользовательской операционной системы DOS, то она не предусматривает хранения такой информации, как сведения о владельце или полномочия доступа к файлу/каталогу.

FAT является наиболее распространенной файловой системой и ее в той или иной степени поддерживают большинство современных ОС. Благодаря своей универсальности FAT может применяться на томах, с которыми работают разные операционные системы.

Хотя нет никаких препятствий использовать при форматировании дискет любую другую файловую систему, большинство ОС для совместимости используют FAT. Отчасти это можно объяснить тем, что простая структура FAT требует меньше места для хранения служебных данных, чем остальные системы. Преимущества других файловых систем становятся заметны только при использовании их на носителях объемом более 100 Мб.

Надо отметить, что FAT - простая файловая система, не предотвращающая порчи файлов из-за ненормального завершения работы компьютера. В состав операционных систем, поддерживающих FAT, входят специальные утилиты проверяющие структуру и корректирующие несоответствия в файловой системе.

## 2. ФАЙЛОВАЯ СИСТЕМА FAT 32

В настоящее время появляются новые поколения жестких дисков, имеющие все большие объемы дискового пространства, в то время как возможности FAT уже достигли своего предела (FAT может поддерживать разделы размером до 2 Гб).

FAT32 - усовершенствованная версия файловой системы VFAT, поддерживающая жесткие диски объемом до 2 терабайт.

Впервые файловая система FAT32 была включена в состав ОС Windows 95 OSR 2. В FAT32 были расширены атрибуты файлов, позволяющие теперь хранить время и дату создания, модификации и последнего доступа к файлу или каталогу. Из-за требования совместимости с ранее созданными программами структура FAT32 содержит минимальные изменения. Главные отличия от предыдущих версий FAT состоят в следующем. Блок начальной загрузки на разделах с FAT32 был увеличен до 2 секторов и включает в себя резервную копию загрузочного сектора, что позволяет системе быть более устойчивой к возможным сбоям на диске. Объем, занимаемый таблицей размещения файлов, увеличился, поскольку теперь каждая запись в ней занимает 32 байта, и общее число кластеров на разделе FAT32 больше, чем на разделах FAT. Соответственно, выросло и количество зарезервированных секторов.

Необходимо отметить, что официально Microsoft не поддерживает разделы FAT32 объемом менее 512 Мб. Однако в версии утилиты FDISK, поставляемой вместе с OSR2, имеется недокументированный флаг /FPRMT, позволяющий отформатировать под FAT32 разделы объемом менее 512 Мб. Microsoft также не поддерживает FAT32-разделы с размером кластера меньшим, чем 4 Кб. Размеры кластера, предлагаемые по умолчанию при форматировании FAT32 дисков, приведены в табл. 4. Параметр /Z утилиты FORMAT позволяет самостоятельно установить размер кластера на разделе FAT32: `FORMAT <диск> /Z:n`, где n – число секторов в кластере.

Корневой каталог в FAT32 больше не располагается в определенном месте, вместо этого в блоке BPB хранится указатель на начальный кластер корневого каталога. В результате снимается ранее существовавшее ограничение на число записей в корневом каталоге.

Зависимость размера кластера от размера диска для FAT32

Размер раздела	Размер кластера
< 260 Мб	512 байт
260 Мб – 8 Гб	4 Кб
8 Гб – 16 Гб	8 Кб
16 Гб – 32 Гб	16 Кб
> 32 Гб	32 Кб

Кроме того, для учета свободных кластеров, в зарезервированной области на разделе FAT32 имеется сектор, содержащий число свободных кластеров и номер самого последнего использованного кластера. Это позволяет системе при выделении следующего кластера не перечитывать заново всю таблицу размещения файла. В данный момент FAT32 поддерживается в следующих ОС: Windows 95 OSR2, Windows 98, Windows ME, Windows 2000 и Windows XP.

### 3. ФАЙЛОВАЯ СИСТЕМА NTFS

NTFS (New Technology File System) - наиболее предпочтительная файловая система при работе с ОС Windows NT (Windows 2000 и XP также являются NT системами), поскольку она была специально разработана для данной системы. В состав Windows NT входит утилита convert, осуществляющая конвертирование томов с FAT и HPFS в тома NTFS. В NTFS значительно расширены возможности по управлению доступом к отдельным файлам и каталогам, введено большое число атрибутов, реализована отказоустойчивость, средства динамического сжатия файлов, поддержка требований стандарта POSIX. NTFS позволяет использовать имена файлов длиной до 255 символов, при этом она использует тот же алгоритм для генерации короткого имени, что и VFAT.

NTFS обладает возможностью самостоятельного восстановления в случае сбоя ОС или оборудования, так что дисковый том остается доступным, а структура каталогов не нарушается.

Каждый файл на томе NTFS представлен записью в специальном файле – главной файловой таблице **MFT (Master File Table)**. NTFS резервирует первые 16 записей таблицы размером около 1 Мб для специальной информации. Первая запись таблицы описывает непосредственно саму главную файловую таблицу. За ней следует зеркальная запись MFT. Если первая запись MFT разрушена, NTFS считывает вторую запись, чтобы отыскать зеркальный файл MFT, первая запись которого идентична первой записи MFT. Местоположение сегментов данных MFT и зеркального файла MFT хранится в секторе начальной загрузки. Копия сектора начальной загрузки находится в логическом центре диска. Третья запись MFT содержит файл регистрации, применяемый для восстановления файлов. Семнадцатая и последующие записи главной файловой таблицы используются собственно файлами и каталогами на томе.

В журнале транзакций (log file) регистрируются все операции, влияющие на структуру тома, включая создание файла и любые команды, изменяющие структуру каталогов. Журнал транзакций применяется для восстановления тома NTFS после сбоя системы. Запись для корневого каталога содержит список файлов и каталогов, хранящихся в корневом каталоге.

Схема распределения пространства на томе хранится в файле битовой карты (bitmap file). Атрибут данных этого файла содержит битовую карту, каждый бит которой представляет один кластер тома и указывает, свободен ли данный кластер или занят некоторым файлом.

В загрузочном файле (boot file) хранится код начального загрузчика Windows NT. NTFS также поддерживает файл плохих кластеров (bad cluster file) для регистрации поврежденных участков на томе и файл тома (volume file), содержащий имя тома, версию NTFS и бит, который устанавливается при повреждении тома. Наконец, имеется файл, содержащий таблицу определения атрибутов (attribute definition table), которая задает типы атрибутов, поддерживаемые на томе, и указывает можно ли их индексировать, восстанавливать операцией восстановления системы и т.д.

NTFS распределяет пространство кластерами и использует для их нумерации 64 разряда, что дает возможность иметь  $2^{64}$  кластеров, каждый размером до 64 Кбайт. Как и в FAT размер кластера может меняться, но обязательно возрастает пропорционально размеру диска.

NTFS позволяет хранить файлы размером до 16 эксабайт ( $2^{64}$  байт) и располагает встроенным средством уплотнения файлов в реальном времени. Сжатие является одним из атрибутов файла или каталога и подобно любому атрибуту может быть снято или установлено в любой момент (сжатие возможно на разделах с размером кластера не более 4 Кб). При уплотнении файла, в отличие от схем уплотнения используемых в FAT, применяется пофайловое уплотнение, таким образом, порча небольшого участка диска не приводит к потере информации в других файлах.

Для уменьшения фрагментации NTFS всегда пытается сохранить файлы в непрерывных блоках. Эта система использует структуру каталогов в виде В-дерева, аналогичную высокопроизводительной файловой системе HPFS, а не структуре со связанным списком применяемой в FAT. Благодаря этому поиск файлов в каталоге осуществляется быстрее, поскольку имена файлов хранятся сортированными в лексикографическом порядке.

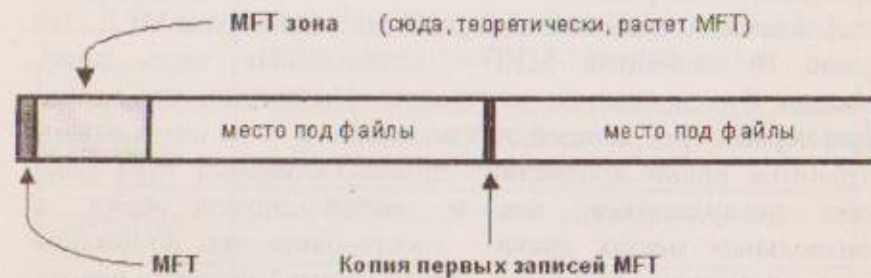
NTFS была разработана как восстанавливаемая файловая система, использующая модель обработки транзакций. Каждая операция ввода-вывода, изменяющая файл на томе NTFS, рассматривается системой как транзакция и может выполняться как неделимый блок. При модификации файла пользователем сервис файла регистрации фиксирует всю информацию необходимую для повторения или отката транзакции. Если транзакция завершена успешно, производится модификация файла. Если нет, NTFS производит откат транзакции. Несмотря на наличие защиты от несанкционированного доступа к данным NTFS не обеспечивает необходимую конфиденциальность хранимой информации. Для получения доступа к файлам достаточно загрузить компьютер в DOS с дискеты и воспользоваться каким-нибудь сторонним драйвером NTFS для этой системы. Начиная с версии Windows 2000 Microsoft поддерживает новую файловую систему **NTFS 5.0**. В новой версии NTFS были введены дополнительные атрибуты файлов; наряду с правом доступа введено понятие запрета доступа, позволяющее, например, при наследовании пользователем прав группы на какой-нибудь файл, запретить ему возможность изменять его содержимое. Новая система также позволяет: вводить ограничения (квоты) на размер дискового пространства, предоставленного пользователям; проецировать любой каталог в подкаталог на локальном диске. Интересной возможностью новой версии Windows NT является динамическое шифрование файлов и каталогов. В состав Windows 2000 и Windows XP входит файловая система с шифрованием (*Encrypting File System, EFS*), использующая алгоритмы шифрования с общим ключом. Если для файла установлен атрибут шифрования, то при обращении пользовательской программы к файлу для записи или чтения происходит прозрачное для программы кодирование и декодирование файла.

### 3.1. Физическая структура NTFS

Раздел NTFS, теоретически, может быть почти какого угодно размера. Старые версии Windows NT, правда, будут испытывать проблемы при попытке установки на раздел, если хоть какая-нибудь его часть отступает более чем на 8 Гб от физического начала диска, но эта проблема касается лишь загрузочного раздела.

Как и любая другая система, NTFS делит все полезное место на кластеры - блоки данных, используемые одновременно. NTFS поддерживает почти любые размеры кластеров - от 512 байт до 64 Кбайт, неким стандартом же считается кластер размером 4 Кбайт. Никаких аномалий кластерной структуры NTFS не имеет, поэтому на эту, в общем-то, довольно банальную тему, сказать особо нечего.

Диск NTFS условно делится на две части. Первые 12% диска отводятся под так называемую MFT зону - пространство, в которое растет метафайл MFT (об этом ниже). Запись каких-либо данных в эту область невозможна. MFT-зона всегда держится пустой - это делается для того, чтобы самый главный, служебный файл (MFT) не фрагментировался при своем росте. Остальные 88% диска представляют собой обычное пространство для хранения файлов.



Свободное место диска, однако, включает в себя всё физически свободное место - незаполненные куски MFT-зоны туда тоже включаются.



Механизм использования MFT-зоны таков: когда файлы уже нельзя записывать в обычное пространство, MFT-зона просто сокращается (в текущих версиях операционных систем ровно в два раза), освобождая таким образом место для записи файлов. При освобождении места в обычной области MFT зона может снова расширится. При этом не исключена ситуация, когда в этой зоне остались и обычные файлы: никакой аномалии тут нет. Что ж, система старалась оставить её свободной, но ничего не получилось. Жизнь продолжается... Метафайл MFT все-таки может фрагментироваться, хоть это и было бы нежелательно.

### MFT и его структура

Файловая система NTFS представляет собой выдающееся достижение структуризации: **каждый** элемент системы представляет собой файл - даже служебная информация. Самый главный файл на NTFS называется MFT, или Master File Table - общая таблица файлов. Именно он размещается в MFT зоне и представляет собой централизованный каталог всех остальных файлов диска, и, как не парадоксально, себя самого. MFT поделен на записи фиксированного размера (обычно 1 Кбайт), и каждая запись соответствует какому либо файлу (в общем смысле этого слова). Первые 16 файлов носят служебный характер и недоступны операционной системе - они называются метафайлами, причем самый первый метафайл - сам MFT. Эти первые 16 элементов MFT - единственная часть диска, имеющая фиксированное положение. Интересно, что вторая копия первых трех записей, для надежности - они очень важны - хранится ровно посередине диска. Остальной MFT-файл может располагаться, как и любой другой файл, в произвольных местах диска - восстановить его положение можно с помощью его самого, "зацепившись" за самую основу - за первый элемент MFT.

### Метафайлы

Первые 16 файлов NTFS (метафайлы) носят служебный характер. Каждый из них отвечает за какой-либо аспект работы системы. Преимущество настолько модульного подхода заключается в поразительной гибкости - например, на FAT-е физическое повреждение в самой области FAT фатально для функционирования всего диска, а NTFS может сместить, даже фрагментировать по диску, все свои служебные области, обойдя любые неисправности поверхности - кроме первых 16 элементов MFT.

Метафайлы находятся в корневом каталоге NTFS диска - они начинаются с символа имени "\$", хотя получить какую-либо информацию о них стандартными средствами сложно. Любопытно, что и для этих файлов указан вполне реальный размер - можно узнать, например, сколько операционная система тратит на каталогизацию всего вашего диска, посмотрев размер файла \$MFT. В табл. 5 приведены используемые в данный момент метафайлы и их назначение.

Таблица 5

Метафайл	Назначение
\$MFT	сам MFT
\$MFTmirr	копия первых 16 записей MFT, размещенная посередине диска
\$LogFile	файл поддержки журналирования (см. ниже)
\$Volume	служебная информация - метка тома, версия файловой системы, т.д.
\$AttrDef	список стандартных атрибутов файлов на томе
\$.	корневой каталог
\$Bitmap	карта свободного места тома

\$Boot	загрузочный сектор (если раздел загрузочный)
\$Quota	файл, в котором записаны права пользователей на использование дискового пространства (начал работать лишь в NT5)
\$Uppcase	файл - таблица соответствия заглавных и прописных букв в имен файлов на текущем томе. Нужен в основном потому, что в NTFS имена файлов записываются в Unicode, что составляет 65 тысяч различных символов, искать большие и малые эквиваленты которых очень нетривиально.

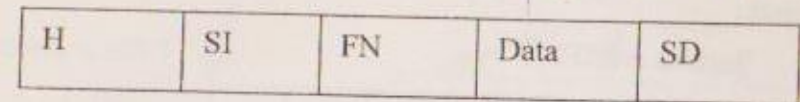
Итак, каждый файл на томе NTFS представлен записью в специальном файле, называемом главной файловой таблицей. MFT содержит по крайней мере одну запись для каждого файла тома, включая одну запись для самой себя. Каждая запись имеет длину 2К. Файлы NTFS состоят по крайней мере из следующих атрибутов:

- заголовок (H - header)
- стандартная информация (SI - standard information)
- имя файла (FN - file name)
- данные (data)
- дескриптор безопасности (SD - security descriptor)

Небольшие файлы и каталоги до 1,5 Кбайт могут содержаться внутри записи главной файловой таблицы. Подобный подход обеспечивает очень быстрый доступ к файлам.

В NTFS поиск файла осуществляется только непосредственно для его использования. В отличие от FAT, где читает таблица размещения файлов, восстанавливает, всю цепочку распределенных блоков относящихся к этому файлу.

*Небольшие файлы (small).* Если файл имеет небольшой размер, то он может целиком располагаться внутри одной записи MFT размером 2К (рис. 2). Из-за того, что файл может иметь переменное количество атрибутов, а также из-за переменного размера атрибутов нельзя наверняка утверждать, что файл уместится внутри записи. Однако, обычно файлы размером менее 1500 байт помещаются внутри записи MFT.



- H – заголовок;
- SI – атрибут стандартной информации;
- FN - имя файла;
- Data - данные файла;
- SD – дескриптор безопасности.

Рис. 2. Небольшие файлы

*Большие файлы (Large).* Если файл не вмещается в одну запись MFT, то этот факт отображается в значении атрибута "данные", который содержит признак того, что файл является нерезидентным, то есть, что файл находится вне таблицы MFT. В этом случае атрибут "данные" содержит виртуальный номер кластера для первого кластера каждого фрагмента данных (data run), а также количество непрерывных кластеров в каждом фрагменте (рис. 3).

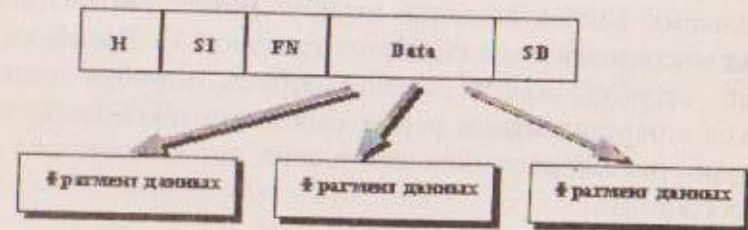
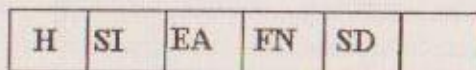


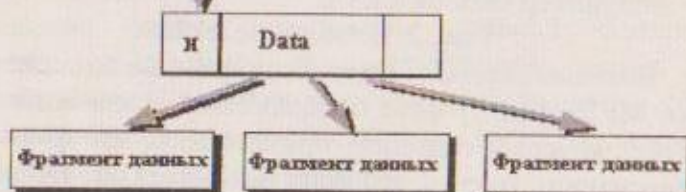
Рис. 3. Большие файлы

Очень большие файлы (*huge*). Если файл настолько велик, что его атрибут данных не помещается в одной записи, то этот атрибут становится нерезидентным, то есть он находится в другой записи таблицы MFT, ссылка на которую помещена в исходной записи о файле (рисунок 4). Эта ссылка называется внешним атрибутом (*external attribute*). Нерезидентный атрибут содержит указатели на фрагменты данных.

Запись в MFT



Запись в MFT



EA - внешний атрибут

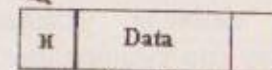
Рис. 4. Очень большие файлы

Сверхбольшие файлы (*extremely huge*). Для сверхбольших файлов внешний атрибут может указывать на несколько нерезидентных атрибутов (рисунок 5). Кроме того, внешний атрибут, как и любой другой атрибут может храниться в нерезидентной форме, поэтому в NTFS не может быть атрибутов слишком большой длины, которые система не может обработать.

Запись в MFT



Запись в MFT



Запись в MFT

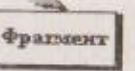
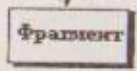
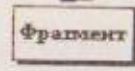
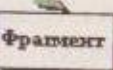
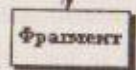
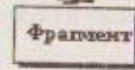
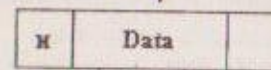


Рис. 5. Сверхбольшие файлы

Каждый каталог NTFS представляет собой один вход в таблицу MFT, который содержит список файлов специальной формы, называемый индексом (*index*).

#### 4. РАБОТА С ЭМУЛЯТОРАМИ ФАЙЛОВЫХ СИСТЕМ FAT И NTFS

##### 4.1. Эмулятор файловой системы FAT

Данная обучающая программа предназначена для быстрого освоения основ файловой системы FAT.

##### Описание диалога с пользователем

##### 4.1.1. Выбор режима работы

При запуске файла *fat.exe* на экране появится окно, представленное на рис. 6. В нём нужно выбрать один из предложенных режимов работы:

- А) ознакомительный;
- Б) выполнение заданий (проверка полученных навыков).

В ознакомительном режиме имеется возможность менять размер кластера файловой системы и условный размер символа (в программе при добавлении данных в файл размер каждого символа условно приравнивается выбранному количеству (по умолчанию 512 байт) байт данных; например, при условном размере символа в 512 байт если вы создали файл, содержащий данные «123», то размер данного файла 1,5 кбайта).

Кнопка «Начать» используется для открытия окна эмулятора, а «Выход» для завершения работы с программой.

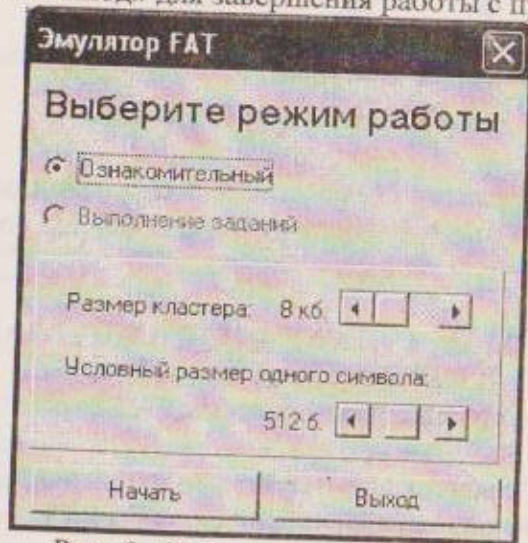


Рис. 6. Выбор режима работы

#### 4.1.2. Работа в ознакомительном режиме

Ознакомительный режим позволяет познакомиться с основами FAT и быстро изучить интерфейс программы.

В окне, показанном на рис. 7, выводится список файлов и их параметров. Ниже приводится описание столбцов этого списка.

ИМЯ	Имя файла или папки*
РАС	Расширение файла
ТИП	Тип элемента (ФАЙЛ или ПАПКА)
ДАТА	Дата создания
ВРЕМЯ	Время создания
НАЧ	Начальный кластер
РАЗМЕР	Размер файла

«.» и «...» - ссылки на корневой каталог и предыдущую папку соответственно

При выборе файла в правой области экрана выводится содержимое файла.

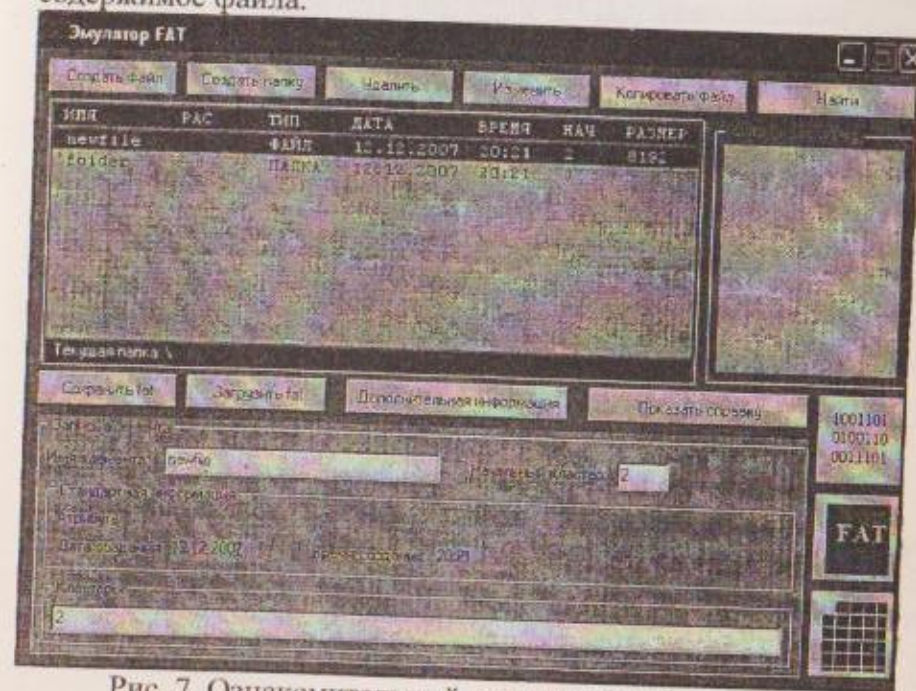


Рис. 7. Ознакомительный режим работы

## Создание нового файла

При нажатии кнопки «Создать файл» появится окно, показанное на рис. 8. В поле «name» необходимо ввести имя файла (по умолчанию «newfile»), в поле «data» - данные. Также можно выбрать атрибуты файла «Readonly» (Только чтение), «Hidden» (Скрытый), «System» (Системный), «Archive» (Архивный). Внизу указывается время и дата создания файла. Для завершения операции создания файла следует нажать кнопку «ОК».

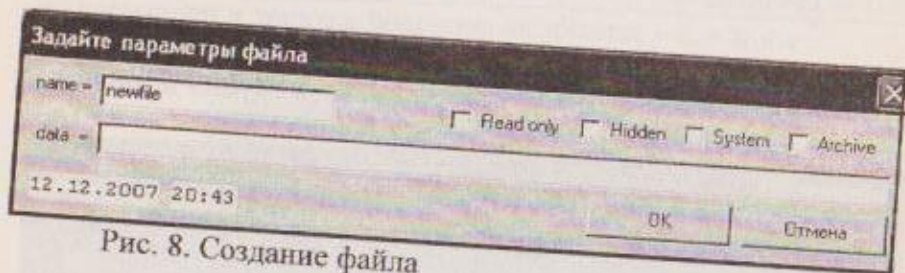


Рис. 8. Создание файла

## Создание новой папки

Для создания новой папки нужно нажать кнопку «Создать папку» и проделать все следующие действия за исключением ввода данных.

## Удаление

Для удаления файла или папки следует выбрать соответствующий элемент в списке и нажать кнопку «Удалить». Следует заметить, что элементы «.» и «..» удалить нельзя, потому что это ссылки на другие элементы.

## Изменение файла или папки

Выбрав соответствующий элемент и нажав кнопку «Изменить», вы увидите окно, показанное на рисунке 8, в котором можно поменять имя и атрибуты элемента (а если это файл, то и данные).

## Копирование файла

Для того чтобы скопировать файл из одного места в другое, необходимо выбрать его в списке и нажать кнопку «Копировать файл». Далее на экране появится окно, показанное на рисунке, в котором следует ввести полный путь новой копии файла, заканчивающийся его именем.

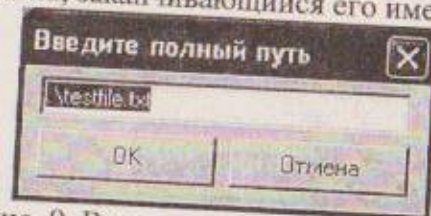


Рис. 9. Ввод полного пути к файлу

## Поиск файла или папки по имени

Нажмите кнопку «Найти», в появившемся окне, показанном на рис. 10, введите соответствующее имя и нажмите кнопку «ОК». Далее будут выведены результаты поиска элемента с заданным именем, показанные на рис. 11.

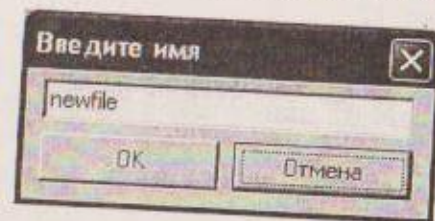


Рис. 10. Режим поиска файла

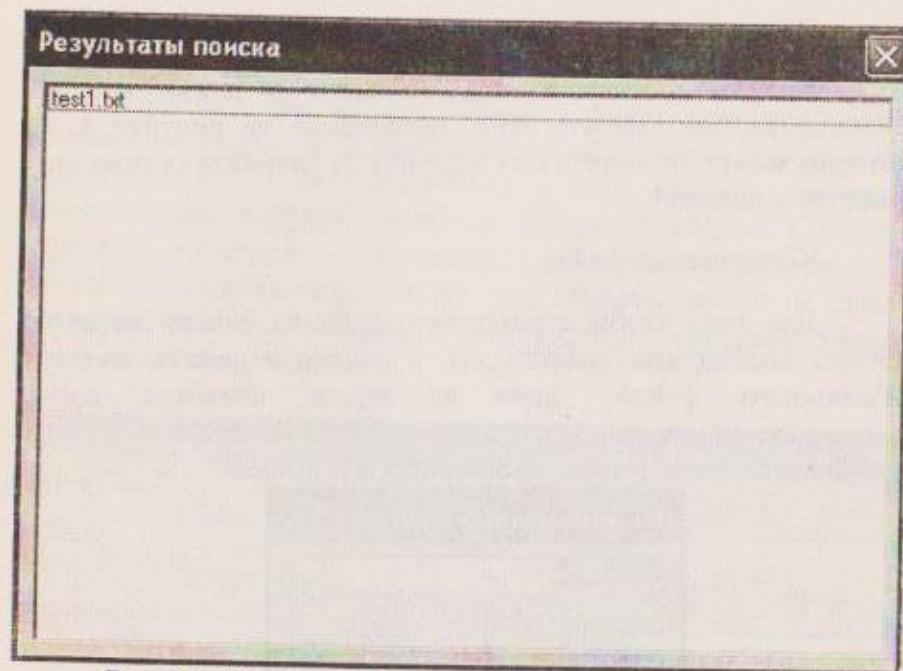



Рис. 11. Результаты поиска

### Просмотр кластеров диска

Для просмотра кластеров диска, содержащих данные файлов, необходимо нажать кнопку . Появившееся после этого окно, показывающее содержимое кластеров диска, можно увидеть на рис. 12.

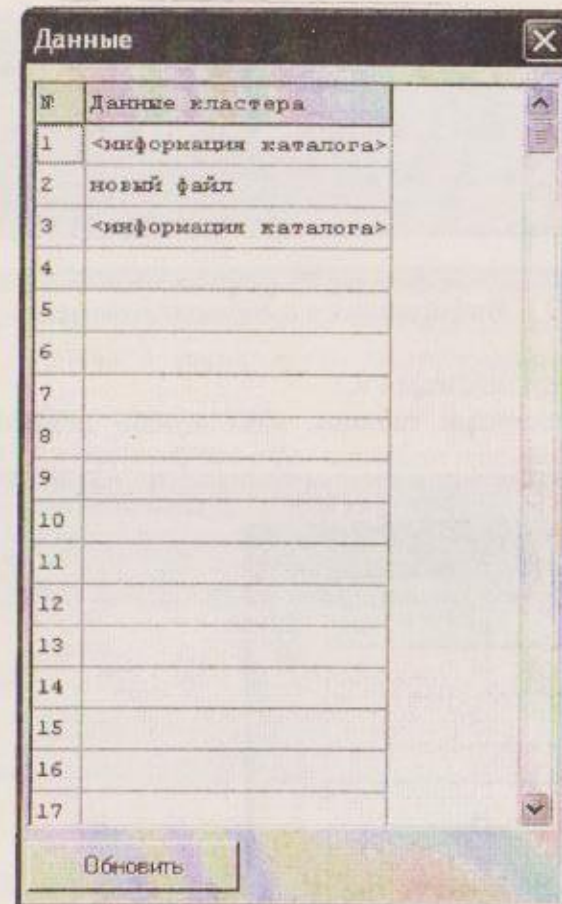


Рис. 12. Содержимое кластеров

Если в ячейке таблицы стоит значение «информация каталога», то значит данный кластер занят данными каталога. Список кластеров, используемых данным файлом для хранения данных, выводится в нижней части основного окна в поле «Кластеры». Кроме этого там расположена такая информация, как имя выбранного элемента, номер начального кластера, атрибуты, дата и время создания. Данная панель показана на рис.13.

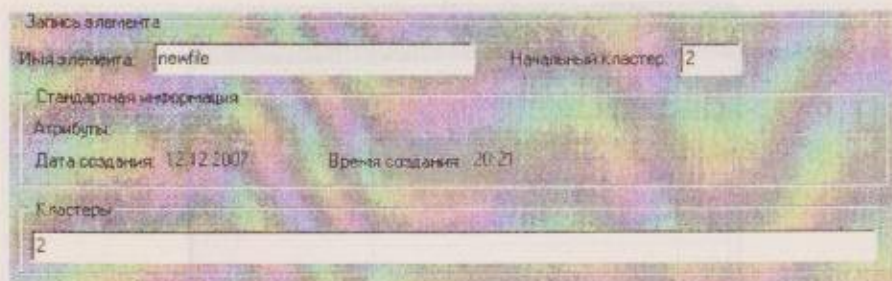


Рис. 13. Информация о выбранном элементе

### Просмотр таблицы FAT

Для просмотра таблицы FAT нужно нажать кнопку



Появившееся при этом окно показано на рис. 14.

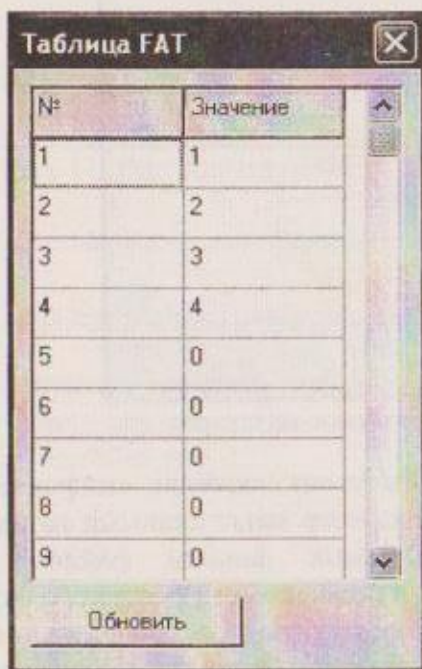



Рис. 14. Таблица FAT

Данное окно содержит таблицу с 2-мя столбцами: номер (номер кластера) и значение (ссылка на другой кластер).

Расположенная внизу кнопка «Обновить» используется для перезаполнения таблицы (в случае изменения каких-либо её элементов).

### Просмотр карты раздела

Раздел FAT содержит различные данные: данные загрузчика и параметры данного раздела, таблицу FAT и её резервную копию, а также место, занятое данными файлов.

Для просмотра карты раздела следует нажать кнопку . Появившееся в этом случае окно показано на рисунке 15.

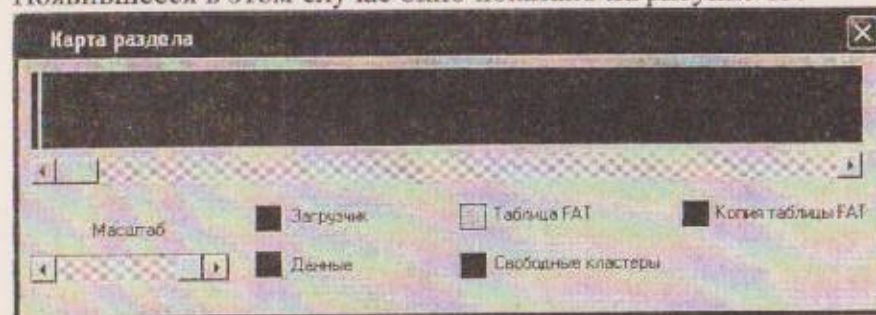


Рис. 15. Карта раздела

### 4.1.3. Задание на лабораторную работу № 4

Изучить особенности построения файловой системы FAT с помощью эмулятора FAT.exe в режиме ознакомления, а затем проверить свои знания, запустив режим выполнения заданий. Задания бывают двух видов: тренировочные (когда вам предлагается выполнить определённую последовательность действий) и контрольные (когда вам необходимо получить конечный ответ на поставленный вопрос и ввести его на проверку). При нажатии кнопки «Задание» будет выведен текст данного задания.

## 4.2. Эмулятор файловой системы NTFS

Данная обучающая программа предназначена для быстрого освоения основ файловой системы NTFS.

### Описание диалога с пользователем

#### 4.2.1. Выбор режима работы

При запуске файла ntfs.exe на экране появится окно, представленное на рисунке 16. В нём нужно выбрать один из предложенных режимов работы: А) ознакомительный (получение знаний благодаря работе с программой); Б) выполнение заданий (проверка полученных навыков).

В ознакомительном режиме имеется возможность менять размер кластера файловой системы и условный размер символа (в программе при добавлении данных в файл размер каждого символа условно приравнивается выбранному количеству (по умолчанию 512 байт) байт данных; например, при условном размере символа в 512 байт если вы создали файл, содержащий данные «123», то размер данного файла 1,5 кбайта).

Кнопка «Начать» используется для открытия окна эмулятора, а «Выход» для завершения работы с программой.

#### 4.4.2. Работа в ознакомительном режиме

Ознакомительный режим позволяет познакомиться с основами NTFS и быстро изучить интерфейс программы.

В окне, показанном на рис. 17, выводится список файлов и их параметров. Ниже приводится описание столбцов этого списка.

ИМЯ	Имя файла или папки*
РАС	Расширение файла
ТИП	Тип элемента (ФАЙЛ или ПАПКА)
ДАТА	Дата создания
ВРЕМЯ	Время создания
РЕЗ	Признак резидентности данных (да/нет)**
РАЗМЕР	Размер файла

\* «.» и «..» - ссылки на корневой каталог и предыдущую папку соответственно

\*\* В NTFS если размер данных файла небольшой, то они помещаются в запись MFT (данные таких файлов помечаются, как резидентные)

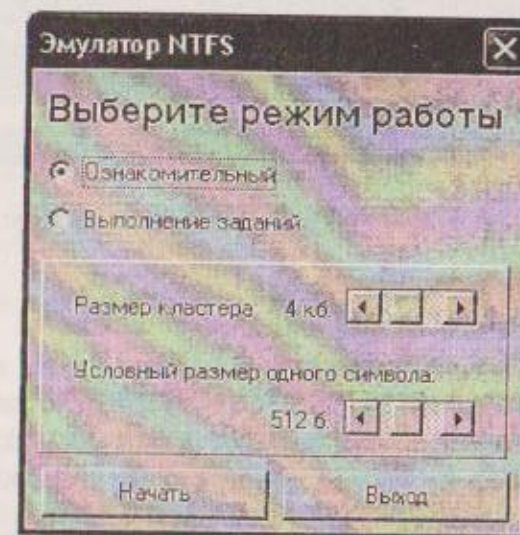


Рис. 16. Выбор режима работы

При выборе файла в правой области экрана выводится содержимое файла.



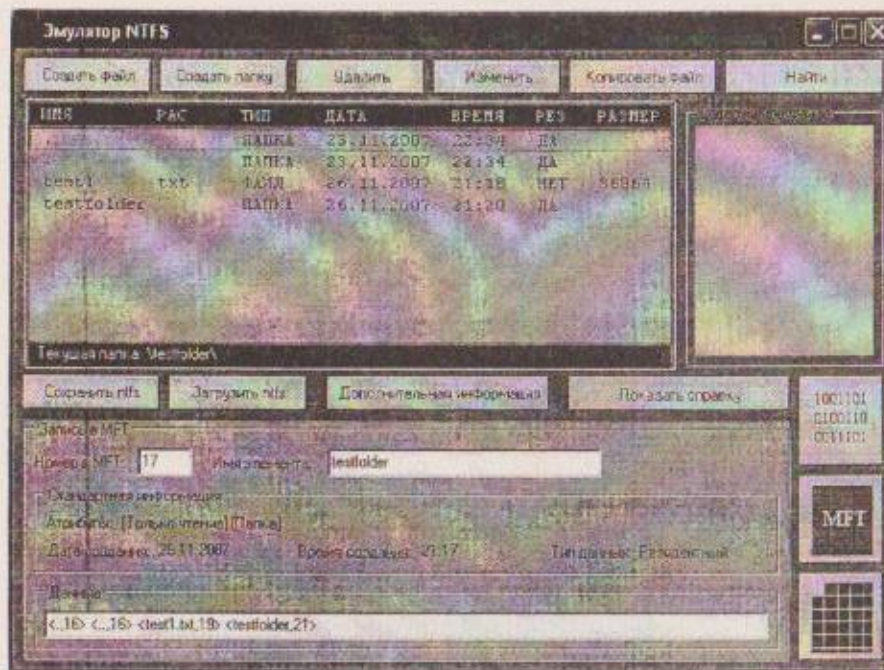


Рис. 17. Ознакомительный режим работы

### Создание нового файла

При нажатии кнопки «Создать файл» появится окно, показанное на рис. 18. В поле «name» необходимо ввести имя файла (по умолчанию «newfile»), в поле «data» - данные. Также можно выбрать атрибуты файла «Readonly» (Только чтение), «Hidden» (Скрытый), «System» (Системный), «Archive» (Архивный). Внизу указывается время и дата создания файла. Для завершения операции создания файла следует нажать кнопку «OK».

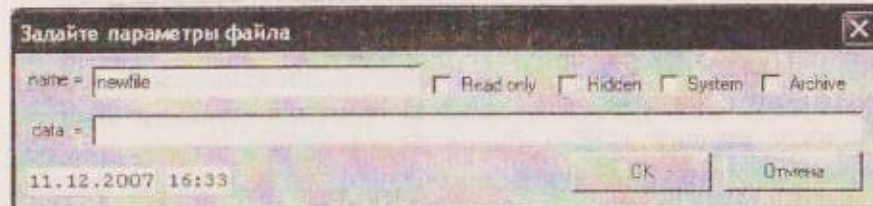


Рис. 18. Создание файла

### Создание и удаление папки

Для создания новой папки нужно нажать кнопку «Создать папку». Для удаления файла или папки следует выбрать соответствующий элемент в списке и нажать кнопку «Удалить». Следует заметить, что элементы «.» и «..» удалить нельзя, потому что это ссылки на другие элементы.

### Изменение файла или папки

Выбрав соответствующий элемент и нажав кнопку «Изменить», вы увидите окно, показанное на рис. 18, в котором можно поменять имя и атрибуты элемента (а если это файл, то и данные).

### Копирование файла

Для того чтобы скопировать файл из одного места в другое, необходимо выбрать его в списке и нажать кнопку «Копировать файл». Далее на экране появится окно, показанное на рис. 19, в котором следует ввести полный путь новой копии файла, заканчивающийся его именем.

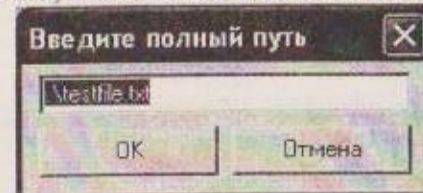


Рис. 19. Ввод полного пути к файлу

### Поиск файла или папки по имени

Нажмите кнопку «Найти», в появившемся окне, показанном на рис. 20, введите соответствующее имя и нажмите кнопку «ОК». Далее будут выведены результаты поиска элемента с заданным именем, показанные на рис. 21.

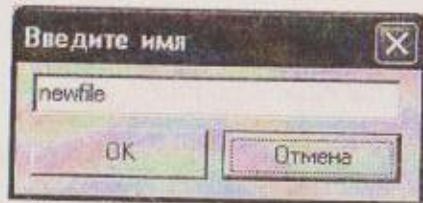


Рис. 20. Ввод имени файла

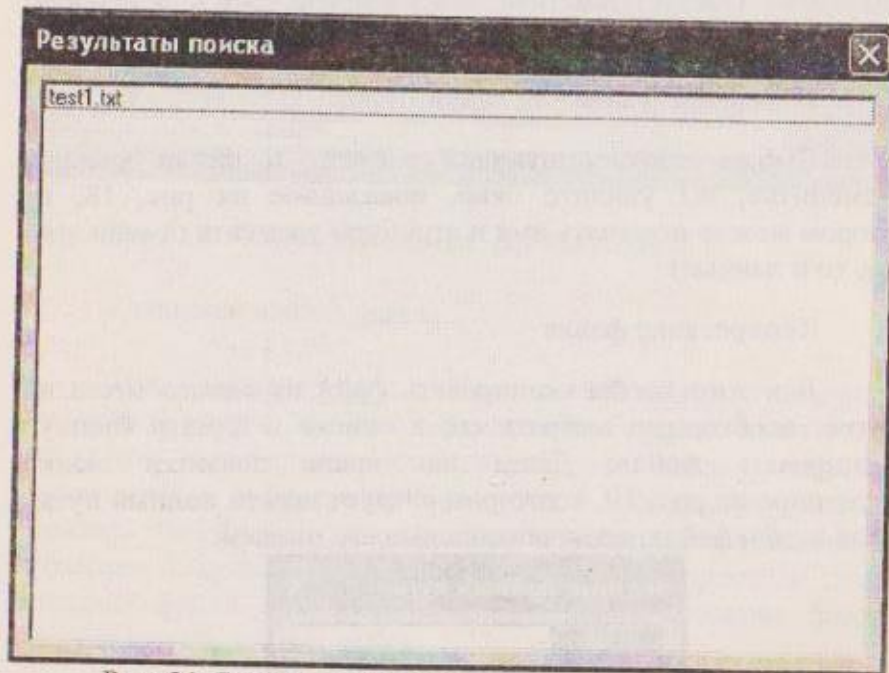



Рис. 21. Результаты поиска

### Просмотр кластеров диска

Данные файлов, которые не умещаются в записи MFT, сохраняются в оставшуюся часть диска (после MFT оставшиеся 88%). Для просмотра кластеров диска вам нужно

нажать кнопку . Появившееся после этого окно, показывающее содержимое кластеров диска, можно увидеть на рис. 22.

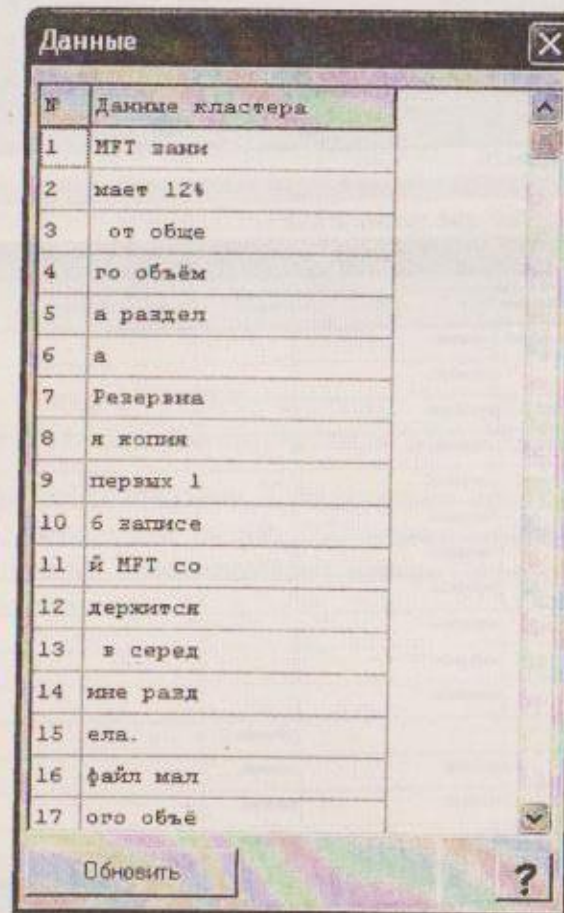



Рис. 22. Содержимое кластеров

## Просмотр MFT

Информация из записи MFT к выбранному элементу показывается в нижней части экрана (рис. 23). Для полного просмотра MFT нужно нажать кнопку . Появившееся при этом окно показано на рис. 24.

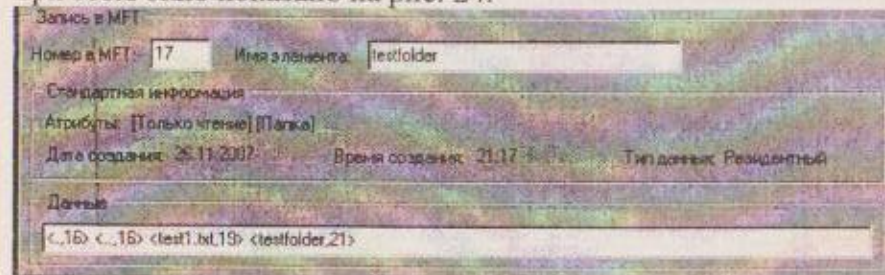


Рис. 23. Содержимое записи MFT

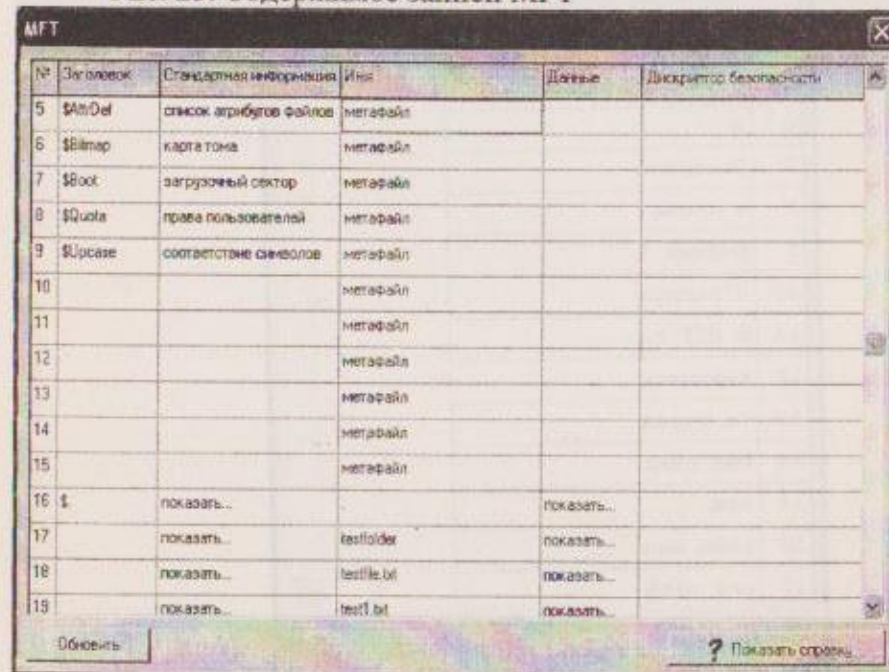


Рис. 24. Содержимое MFT

Данное окно содержит таблицу со следующими столбцами:

№ - номер записи;

Заголовок - заголовок записи (используется для метафайлов);

Стандартная информация - информация об элементе (нажмите на надпись показать для просмотра);


Имя - имя соответствующего элемента;

Данные - данные соответствующего элемента (нажмите на надпись показать для просмотра);

Дискретор безопасности - параметр, использующийся для управления доступом к данному элементу (в данной версии программы не используется).

Расположенная внизу кнопка «Обновить» используется для перезаполнения таблицы (в случае изменения каких-либо её элементов).

## Просмотр карты раздела

Раздел NTFS состоит из определённого числа кластеров, содержащих записи MFT, данные файлов, либо являющихся пустыми. При нажатии кнопки  появляется окно, показанное на рис. 25, в котором все кластеры раздела закрашены определённым цветом в зависимости от их назначения.

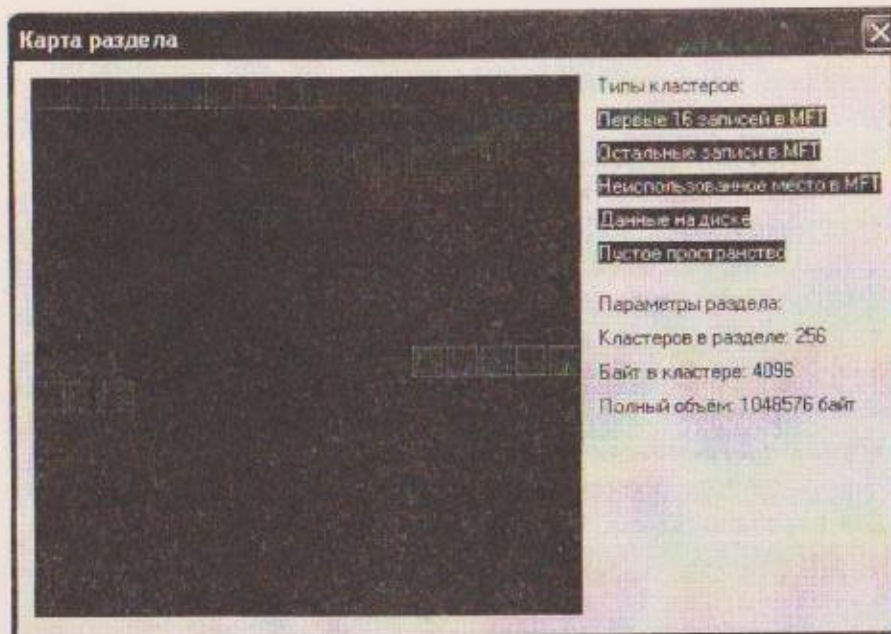


Рис. 25. Карта раздела

#### 4.2.3. Задание на лабораторную работу № 5

Изучить особенности построения файловой системы NTFS с помощью эмулятора NTFS.exe в режиме ознакомления, а затем проверить свои знания, запустив режим выполнения заданий. Задания бывают двух видов: тренировочные (когда вам предлагается выполнить определённую последовательность действий) и контрольные (когда вам необходимо получить конечный ответ на поставленный вопрос и ввести его на проверку). При нажатии кнопки «Задание» будет выведен текст данного задания. Окно программы в данном режиме показано на рис. 26.

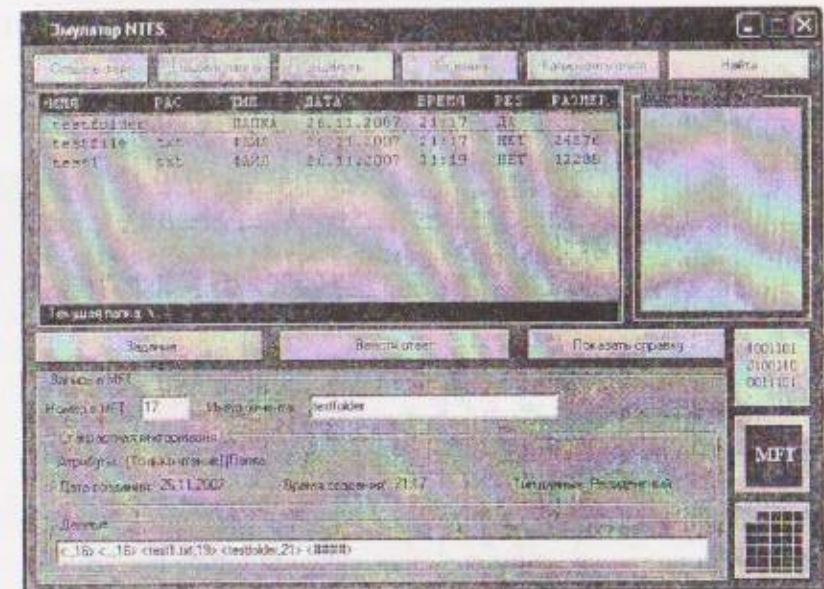


Рис. 26. Режим выполнения заданий

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Татенбаум Э. Современные операционные системы. 2-е изд. СПб.: Питер, 2002. – 1040 с.
2. Королев Е.Н. Методы хранения данных в современных файловых системах: учеб. пособие / Е.Н. Королев. Воронеж: ВГТУ, 2004. 99с.

СТРУКТУРА И ОСОБЕННОСТИ  
ФАЙЛОВЫХ СИСТЕМ FAT

НЕ ВГУ  
1 000 000 132 956

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
к лабораторным работам № 4-5 по курсу  
“Операционные системы” для студентов специальности  
230201 “Информационные системы и технологии” очной  
формы обучения

Составитель  
Королев Евгений Николаевич

В авторской редакции

Подписано в печать 04.04.2008.  
Формат 60x84/16. Бумага для множительных аппаратов.  
Усл. печ. л. 2,4. Уч.-изд. л. 2,2. Тираж 60 экз.  
“С” 75. Заказ № 113

ГОУВПО «Воронежский государственный технический  
университет»  
394026 Воронеж, Московский просп., 14