# Операционные системы, среды и оболочки

Файловая система.

Физическая организация

# Разделы диска

- **Раздел диска** – непрерывная часть физического носителя, которую операционная система представляет пользователю, как **логическое устройство**. Логическое устройство функционирует так, как если это был отдельный физический диск.
- Операционные системы разного типа используют единое для всех представление о разделах, но создают на его основе логические устройства специфические для ОС.
- На каждом логическом устройстве может быть одна файловая система.

# Логические устройства. RAID-массивы

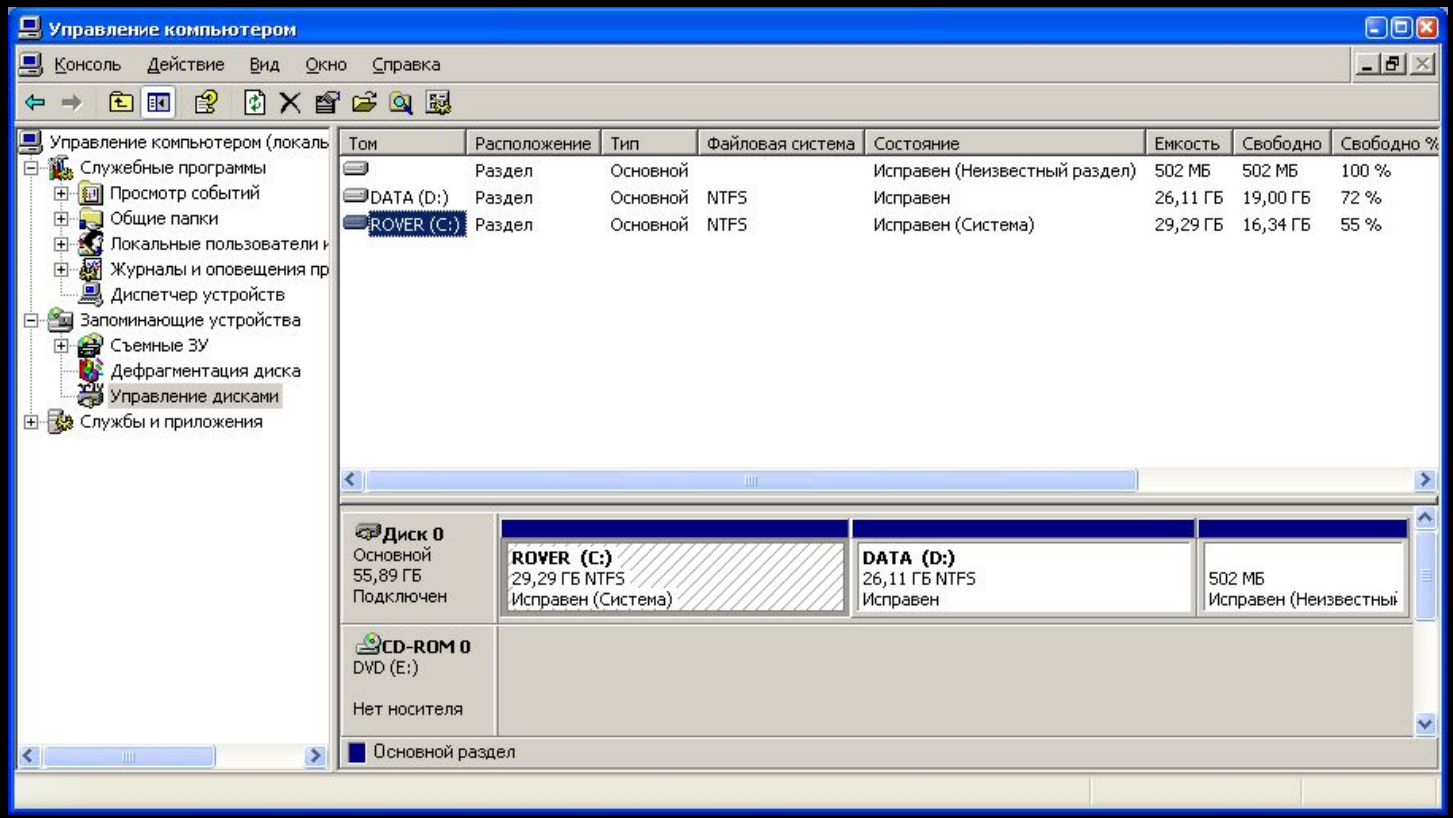
- Логическое устройство может быть создано на базе нескольких разделов, причем эти разделы не обязательно принадлежат одному физическому устройству.
- Объединение нескольких разделов в одно логическое устройство может быть обусловлено разными причинами:
  - увеличение общего объема логического раздела;
  - повышение производительности дисковой подсистемы;
  - повышение отказоустойчивости.
- Примеры организации объединения физических устройств в одно логическое устройство – создание RAID-массивов (Redundant Array of Inexpensive Disks).

# Создание и управление разделами

- Создание разделов на физическом диске выполняется, как правило, на этапе установки (инсталляции) операционной системы.
- Примером команды управляющей разбивкой физического устройства на разделы является команда **fdisk.** Версии данной команды есть в Windows и различных вариантах UNIX.
- После установки операционной системы, специальные средства позволяют получить информацию о существующих разделах и, при необходимости, вносить изменени

# Менеджер дисков в Windows XP

- Для управления дисковыми разделами в Windows включен менеджер дисков.



# Разделы в UNIX

- Информацию о дисковых разделах, загружаемую при старте операционной системы, можно посмотреть в файле /etc/fstab.
- Пример файла приведен ниже:
  - # See the fstab(5) manual page for important information on automatic mounts
  - # of network filesystems before modifying this file.
  - #
  - # Device Mountpoint FStype Options Dump Pass#
  - /dev/da0s1b none swap sw 0 0
  - /dev/da0s1a / ufs rw 1 1
  - /dev/da0s1f /tmp ufs rw 2 2
  - /dev/da0s1g /usr ufs rw,userquota,groupquota 2 2
  - /dev/da0s1e /var ufs rw,userquota 2 2
  - /dev/cd0c /cdrom cd9660 ro,noauto 0 0
  - proc /proc procfs rw 0 0

# Разделы в UNIX

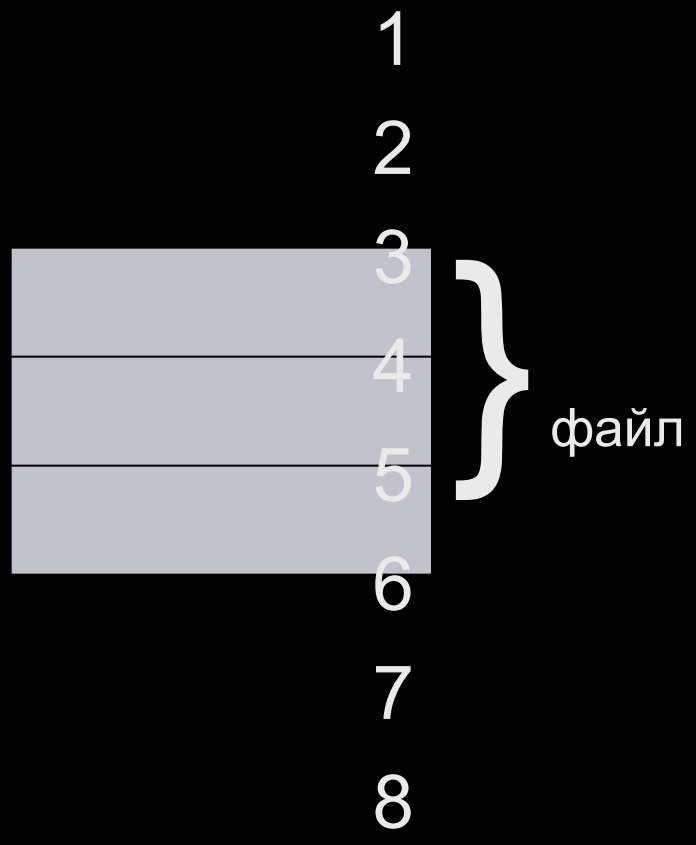
- Каждый раздел имеет уникальный идентификатор в каталоге /dev. Имена файлов в каталоге включают несколько компонентов:
  - тип устройства. Жесткие диски помечаются двухбуквенным кодом. Для IDE дисков код – ad, для SCSI-дисков код – da (USB-диски интерпретируются как SCSI устройства).
  - номер устройства. Каждое физическое устройство определенного типа имеет номер – 0, 1 и т.д. Для IDE-дисков номер определяется номером контроллера и номером в цепочке.
  - номер первичного раздела. Первичные разделы нумеруются от 1 до 4. Номеру первичного раздела предшествует буква s. Логические диски интерпретируются подобно первичным, но их нумерация начинается с 5.
  - буква, обозначающая раздел. После номера первичного раздела указывается буква, обозначающая подраздел в рамках первичного раздела.
- Для вывода информации о существующих разделах в UNIX можно воспользоваться командой:
  - df [опции] [файл | файловая система]

# Физическая организация и адресация файлов

- Одним из компонентов организации файловой системы является **физическая организация файла**, то есть способ размещения файла на диске. Критериями эффективности организации хранения данных являются:
  - Скорость доступа к данным;
  - Объем адресной информации файла;
  - Степень фрагментированности дискового пространства;
  - Максимально возможный размер файла.

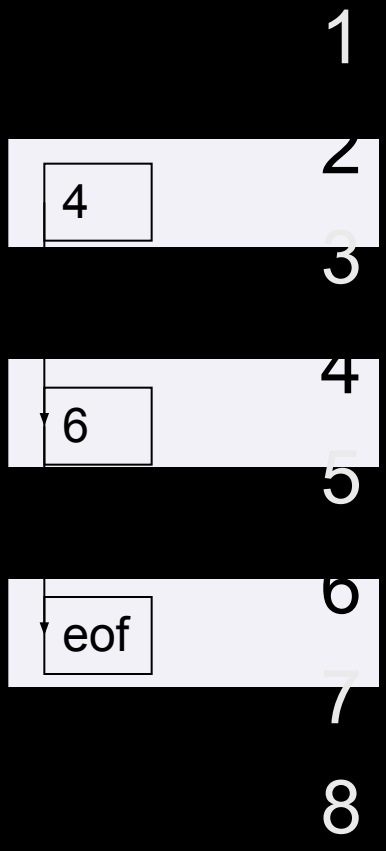
# Физическая организация файла

- **Непрерывная организация файла**
  - файлу предоставляется последовательность кластеров диска, образующих непрерывный участок дисковой памяти.
  - **достоинство**: высокая скорость доступа, минимальный размер адресной информации (необходим адрес начального кластера и размер файла);
  - **недостаток**: при редактировании размер файла изменяется, что приведет к фрагментации используемого пространства.



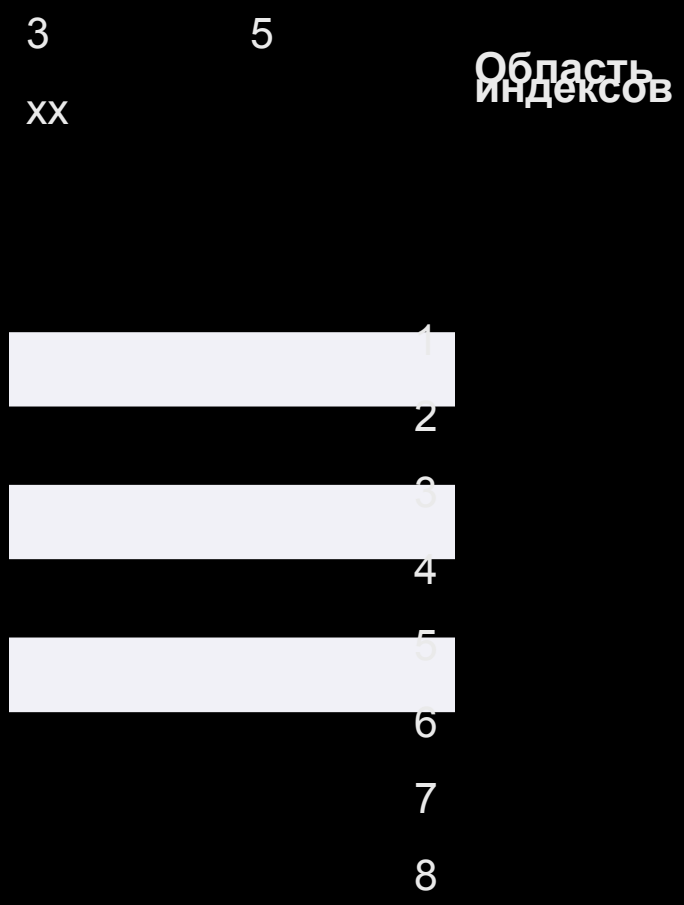
# Физическая организация файла

- Размещение файла в виде **связанного списка кластеров дисковой памяти**. При таком способе в начале каждого кластера содержится указатель на следующий кластер.
- **Достоинство**: адресная информация минимальна (расположение файла задается номером первого кластера), уменьшается фрагментация диска.
- **Недостаток**: сложность реализации доступа к произвольно заданному месту файла.



# Физическая организация файла

- Использование **связанного списка индексов**. Является модификацией предыдущего способа.
- Файлу выделяется пространство в виде списка кластеров. Номер первого кластера запоминается в записи каталога. Остальная адресная информация отделена от кластеров файла, образуя область индексов.
- С каждым кластером связан свой индекс. Если некоторый индекс соответствует занятому кластеру, то индекс принимает значение номера следующего кластера или специальное значение, соответствующее концу файла.
- **Достоинство**: адресная информация минимальна (расположение файла задается номером первого кластера), уменьшается фрагментация диска, существует возможность считывать кластеры в произвольной части файла.



# Физическая организация файла

- Использование **перечисления списка кластеров**. Этот перечень и служит адресом файла.
- **Достоинство**: высокая скорость доступа к произвольному кластеру файла, поскольку используется прямая адресация, исключающая просмотр указателей при поиске адреса произвольного кластера.
- **Недостаток**: длина адреса зависит от размера файла и может составлять значительную величину.
- Примером использования данного подхода служат файловые системы UNIX – ufs, s5.

# Физическая организация FAT

- Логический раздел FAT включает в себя следующие области:
  - **Загрузочный сектор** – содержит программу начальной загрузки
  - **Основная копия FAT** содержит информацию о размещении файлов и каталогов на диске.
  - **Резервная копия FAT.**
  - **Корневой каталог** занимает фиксированную область в 32 сектора, что позволяет хранить информацию 512 записи о файлах и каталогах.
  - **Область данных** – область, где размещаются кластеры файлов и всех каталогов, кроме корневого каталога.
- Файловая система FAT поддерживает всего 2 типа файлов: обычный файл и каталог.

# Физическая организация FAT

- Таблица FAT (File Allocation Table) состоит из индексных указателей, количество которых равно количеству кластеров области данных. Между кластерами и индексными указателями имеется взаимно однозначное соответствие.
- Индексный указатель принимает следующие значения:
  - Кластер свободен;
  - Кластер используется файлом и не является последним кластером файла, в этом случае индекс содержит индексный указатель следующего кластера;
  - Последний кластер файла;
  - Дефектный кластер;
  - Резервный кластер.

# Физическая организация FAT

- *При размещение файла* ОС просматривает FAT и ищет первый свободный индексный указатель. При этом в поле записи каталога фиксируется номер этого указателя.  В кластер с данным номером записываются данные файла и он становится первым кластером файла. Если файл умещается в один кластер, то в указателе соответствующем данному кластеру ставится отметка конец файла.
- *При удалении файла* из файловой системы FAT в первый байт соответствующей записи каталога заносится специальный признак, что эта запись свободна, а в индексные указатели файла заносится признак – кластер свободен.

# Физическая организация FAT

- Размер таблицы FAT и разрядность используемых индексных указателей определяется количеством кластеров в области данных. Для уменьшения потерь на фрагментацию кластеры желательно сделать небольшими, для уменьшения объема адресной информации и ускорения скорости доступа – наоборот.
- Существует несколько разновидностей FAT, различающихся разрядностью индексных указателей – FAT12, FAT16, FAT32.
- Файловые системы FAT12 и FAT16 оперируют с именами файлов типа «8.3».
- В версии FAT16 операционной системой Windows NT введен новый тип – «длинное имя», что позволяет использовать имена длиной до 255 символов, причем каждый символ кодируется 2 байтами в формате Unicode.

# Физическая организация ufs

- **Файловая система ufs** включает в себя следующие повторяющиеся области:
  - Загрузочный блок;
  - Суперблок – содержит общую информацию о файловой системе: размер файловой системы, размер области индексных дескрипторов, число индексных дескрипторов, список свободных блоков и список свободных индексных дескрипторов, другую административную информацию;
  - Блок группы цилиндров – описывает количество индексных дескрипторов и блоков данных, расположенных на данной группе цилиндров;
  - Область индексных дескрипторов (inode list) – порядок расположения дескрипторов в которой соответствует их номерам;
  - Область данных – блоки где располагаются обычные файлы, файлы-каталоги
- Специальные файлы (жесткие ссылки, специальный файл устройства, именованный канал и т.д.) представлены в файловой системе только записями в соответствующих каталогах и индексными дескрипторами специального формата.

# Физическая организация ufs

- Особенность системы ufs – отделение имени файла от его характеристик, хранящихся в отдельной структуре, называемом **индексным дескриптором**. Индексный дескриптор содержит данные:
  - Идентификатор владельца файла;
  - Тип файла;
  - Права доступа к файлу;
  - Временные характеристики (время последней модификации, время создания, время последнего обращения);
  - Число ссылок на данный индексный дескриптор, равный количеству псевдонимов файла;
  - Адресная информация;
  - Размер файла в байтах.

# Физическая организация ufs

- Каждый индексный дескриптор имеет номер, являющийся уникальным именем файла.
- Соответствие между полным символьным именем файла и его уникальным номером устанавливается с помощью иерархии каталогов.
- Система ведет список номеров свободных индексных дескрипторов. *При создании файла* ему выделяется номер из числа свободных, *при удалении* – номер индексного дескриптора возвращается в список.
- Запись о файле в каталоге состоит из 2 полей: символьного имени файла и номера индексного дескриптора.
- Файловая система не накладывает ограничений на размер корневого каталога, поскольку он расположен в области данных и может увеличиваться как обычный файл.

# Физическая организация ufs

- Для хранения адреса файла используется следующая схема адресации кластеров файла:
  - Для хранения адреса файла выделено 15 полей, каждое из которых состоит из 4 байт.
  - Если размер файла меньше или равен 12 кластерам, то эти номера непосредственно перечисляются в первых 12 полях адреса.
  - Если размер больше 12 кластеров, то следующее поле используется для адреса кластера, где будут располагаться номера следующих кластеров. Если размер файла опять превышает число кластеров (прямой и косвенной адресации), то используется 14 поле и т.д.
- В системе ufs имена файлов могут иметь длину до 255 символов (кодировка ASCII – 1 байт на символ).

# Физическая организация NTFS

- Файловая система NTFS была разработана для ОС Windows NT. Основные отличительные особенности файловой системы NTFS:
  - поддержка больших файлов и больших дисков объемом до 64 Тбайт;
  - восстанавливаемость после сбоев и отказов программ и аппаратного управления дисками;
  - высокая скорость операций;
  - низкий уровень фрагментации;
  - гибкая структура, допускающая развитие за счет добавление новых типов записей и атрибутов файлов;
  - устойчивость к отказам дисковых накопителей;
  - контроль доступа к каталогам и отдельным файлам.

# Физическая организация NTFS

- Все пространство раздела NTFS представляет собой либо файл, либо часть файла. Основной структурой раздела NTFS является *главная таблица файлов (MFT)*. Данная структура содержит по крайней мере одну запись для каждого файла, включая запись для самой себя. Каждая запись MFT имеет фиксированную длину (обычно 2 кбайта).
- Все файлы в разделе NTFS идентифицируются номером, который определяется номером записи в MFT.
- Весь раздел NTFS состоит из последовательности кластеров. Порядковый номер кластера называется **логическим номером кластера (LCN).** Базовая единица распределения дискового пространства для файловой системы NTFS – непрерывная область кластеров – **отрезок**.
- Для хранения номера кластера в NTFS используются 64-разрядные указатели.

# Физическая организация NTFS

- Структура раздела NTFS включает:
  - загрузочный блок раздела (располагается в начале и его копия в середине раздела). Загрузочный блок содержит количество блоков в разделе, начальный логический номер кластера основной копии MFT.
  - первый отрезок MFT, содержащий 16 стандартных записей о системных файлах NTFS.
  - Файл NTFS целиком размещается в записи таблицы MFT, если это позволяет сделать его размер. В случае, если размер файла больше длины записи, в запись помещаются только некоторые атрибуты файла, а остальные данные размещаются в отдельных отрезках тома.

# Структура файла в NTFS

- Каждый файл в разделе NTFS состоит из набора атрибутов. Даже имя файла и его данные рассматриваются как атрибуты.
- Каждый атрибут состоит из полей: тип атрибута, длина атрибута, значение атрибута и, возможно, имя атрибута.
- Системный набор включает следующие атрибуты:
  - список атрибутов;
  - имя файла – содержит длинное имя файла в формате Unicode;
  - имя MS-DOS – имя файла в формате 8.3;
  - версия – номер последней версии файла;
  - дескриптор безопасности – содержит информацию о защите файла: список прав доступа и поле аудита;
  - версия раздела, используется в системных файлах;
  - данные – содержит обычные данные файла;
  - битовые данные MFT – содержит карту использования блоков в разделе;
  - корень индекса – используется для поиска файлов
  - и др.

# Структура файла в NTFS

- **Небольшие файлы** целиком помещаются внутри одной записи MFT.
- **Большие файлы** не помещаются в одну запись и данный факт отражается в заголовке атрибута Данные. В этом случае атрибут Данные содержит адресную информацию об отрезках размещения данных.
- **Сверхбольшие файлы**. Для таких файлов в атрибуте Список атрибутов указывается несколько атрибутов, расположенных в дополнительных записях MFT.

# Файловые операции

- Файловая система ОС предоставляет набор операций работы с файлами, оформленных в виде системных вызовов:
  - Create – создание файла;
  - Read –чтение файла;
  - Write – запись файла;
  - другие
- Операционная система выполняет последовательность действия над  файлами следующим способом:
  - Универсальные операции (open, close) выполняются в начале и в конце последовательности операций, а для каждой промежуточной операции выполняются только уникальные действия.
- Блокировка файлов используется в качестве средства синхронизации между процессами, пытающимися одновременно работать с одним и тем же файлом.

# Контроль доступа к файлу

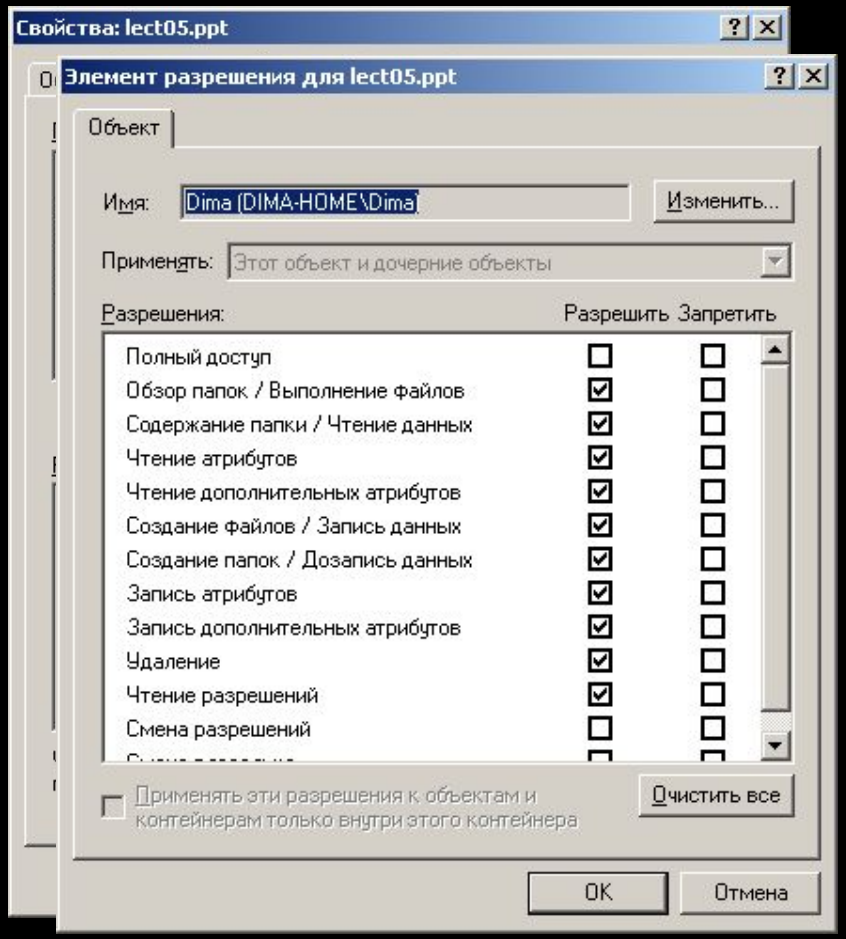
- Файл представляет собой разделяемый ресурс ОС, доступ к которому необходимо контролировать.
- В рамках теории информационной безопасности все множество сущностей в операционной системе разделяется на две категории:
  - активные сущности – субъекты;
  - пассивные сущности – объекты.
- Существует набор операций, которые субъекты могут выполнять над объектами.
- Система контроля доступа должна предоставлять средства для задания прав доступа, обеспечивать установленный механизм предоставления доступа.

# Основные типы управления доступом

- **Дискреционный** (произвольный) доступ – владелец может установить набор допустимых операций с объектом. Администратор имеет возможность самостоятельно изменять права доступа.
- **Мандатный** (принудительный) доступ. Система наделяет пользователя набором прав по отношению к каждому объекту. Группы пользователей образуют строгую иерархию, причем каждая группа обладает всеми правами нижележащей группы.

# Управление доступом в ОС Windows

- Управление доступом к файлам в ОС Windows может быть выполнено с помощью контекстного меню в Проводнике.
- Кнопки **Добавить** и **Удалить** позволяют изменить набор пользователей объекта файловой системы (файла или каталога).
- Кнопка **Дополнительно** позволяет выполнить более тонкую настройку.



# Управление доступом в ОС Windows

- Для просмотра и установления прав доступа к объектам файловой системы NTFS в ОС Windows могут быть использованы операции в командном режиме:
  - Команда **Cacls – п**росмотр или изменение избирательных таблиц управления доступом (discretionary access control lists, DACL) для указанных файлов.
  - **Синтаксис**
    - **cacls** *имя_файла* [**/t**] [**/e** [**/r** *пользователь* [...]]] [**/c**] [**/g** *пользователь*:*разрешение*] [**/p** *пользователь*:*разрешение* [...]] [**/d** *пользователь* [...]]
  - Команда **Takeown –** позволяет администратору восстанавливать доступ к файлу, если он ранее был запрещен, путем назначения администратора владельцем файла.
  - **Синтаксис**
    - **takeown** [**/s** *компьютер* [**/u** [*домен\пользователь* [**/p** [*пароль*]]]] **/f** *имя_файла* [**/a**] [**/r**] [**/d** {Y | N}]

# Управление доступом в UNIX

- Для управления доступом к объектам файловой системы в UNIX используются специальные атрибуты файлов – биты защиты.
- Биты защиты разделены на три группы UUUGGGOOO:
  - UUU – биты прав доступа пользователя (владельца файла);
  - GGG – биты прав доступа группы пользователя;
  - OOO – биты прав доступа остальных пользователей.
- Биты защиты определены для следующих прав RWX:
  - R – чтение
  - W – запись
  - X - выполнение

# Управление доступом в UNIX

- Для установки прав доступа может быть использована команда chmod:
  - Синтаксис команды
    - chmod права объекты
  - Для установки прав может быть использованы числовые значения или символьное представление:
    - Например для установки прав RW-R--R-- (110 100 100 в двоичном представлении) файлу  test.cpp выполняется с помощью команд:
    - chmod 644 test.cpp
    - chmod u=rw,g=r,o=r test.cpp
  - Для добавления прав используются модификатор +
    - chmod u+x rc.conf
  - Для распространения прав доступа на вложенные файлы и подкаталоги используется опция –R
    - chmod 644 –R directory/