

Windows 2000

- **История**
- **Принципы проектирования**
- **Компоненты системы**
- **Подсистемы окружения**
- **Файловая система**
- **Работа в сети**
- **Интерфейс программиста**

Windows 2000/XP/Vista/7

- **32-битовая многозадачная операционная система для микропроцессоров типа Intel (продолжает линию NT).**
- **Основные цели системы:**
 - переносимость
 - безопасность
 - соответствие POSIX
 - поддержка многопроцессорности
 - расширяемость
 - поддержка интернационализации
 - совместимость приложений с MS-DOS и MS-Windows.
- **Использует архитектуру микроядра.**
- **Доступна в нескольких версиях - Professional, Server, Advanced Server, National Server.**
- **В 1996 году было продано больше лицензий на NT server, чем лицензий на UNIX**

История

- В 1988 Microsoft приняла решение о разработке переносимой ОС “new technology” (NT), которая поддерживала бы и OS/2, и POSIX APIs.
- Первоначально NT должны была использовать OS/2 API как свое естественное окружение, однако в процессе разработки NT была изменена и стала использовать Win32 API, что отражает популярность Windows 3.0.

Принципы проектирования

- **Расширяемость – многоуровневая архитектура.**
 - Ядро (Executive), исполняемое в защищенном режиме, обеспечивает базовые системные сервисы.
 - Поверх ядра реализованы несколько серверных подсистем, работающих в пользовательском режиме.
 - Модульная структура позволяет добавлять новые подсистемы окружения без модификации ядра.
- **Переносимость — Windows 2000 может быть перенесена с одной аппаратной архитектуры на другую со сравнительно небольшими изменениями.**
 - Написана на C и C++.
 - Код, зависящий от процессора, изолирован в динамически линкуемую библиотеку (DLL), называемую “уровень абстрагирования от аппаратуры”- “hardware abstraction layer” (HAL).

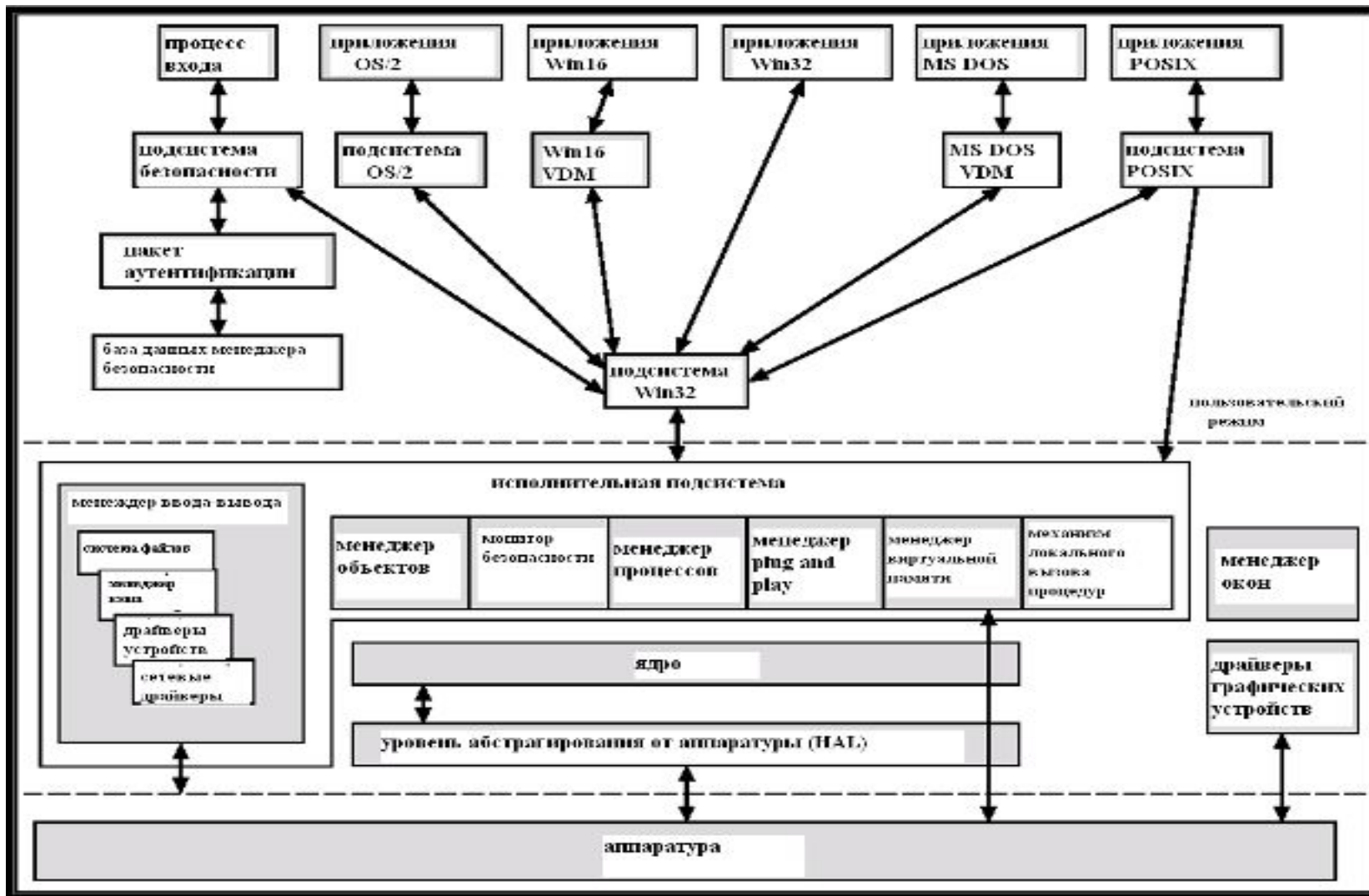
Принципы проектирования (прод.)

- **Надежность** — Windows 2000 использует аппаратную защиту для виртуальной памяти and и программные защитные механизмы – для ресурсов ОС.
- **Совместимость**— приложения, которые следуют IEEE 1003.1 (POSIX) – стандарту, могут компилироваться для Windows 2000 без изменений в исходном тексте.
- **Производительность** — подсистемы Windows 2000 могут взаимодействовать друг с другом с помощью высокопроизводительной передачи сообщений.
 - Прерывание низкоприоритетных потоков позволяет системе быстро реагировать на внешние события.
 - Спроектирована для симметричного мультипроцессирования.
- **Поддержка интернационализации (i18n) и локализации (l10n)** — поддерживает различные языки и “культуры” с помощью NLS API.

Архитектура Windows 2000/XP/Vista/7

- **Многоуровневая система модулей.**
- **Защищенный режим — HAL, ядро, executive.**
- **Пользовательский режим – набор подсистем**
 - Подсистемы окружения эмулируют различные ОС.
 - Подсистемы защиты реализуют различные функции безопасности.

Схема архитектуры Windows 2000/XP/Vista/7



Системные компоненты - ядро

- **Основа для executive и подсистем.**
- **Отказы страниц исключены; исполнение никогда не прерывается.**
- **Четыре основных функции:**
 - **Планирование потоков**
 - **Обработка прерываний и исключений**
 - **Низкоуровневая синхронизация процессов**
 - **Восстановление после отказов электропитания**
- **Ядро объектно-ориентированное, использует два набора объектов.**
 - ***Объекты-диспетчеры* управляют диспетчеризацией и синхронизацией (события, mutex'ы, семафоры, потоки, таймеры).**
 - ***Управляющие объекты* (асинхронные вызовы процедур, прерывание, нотификация об электропитании, состояние электропитания, профилирование.)**

Ядро – процессы и потоки

- Процесс имеет адресное пространство в виртуальной памяти, информацию (например, базовый приоритет) и тесную связь с одним или несколькими процессами.
- Потоки – единицы исполнения, планируемые диспетчером ядра.
- Каждый поток имеет свое собственное состояние, включая приоритет, связь с процессором и статистическую информацию.
- Поток может быть в следующих состояниях: *ready, standby, running, waiting, transition, and terminated.*

Ядро - планирование

- Диспетчер использует 32-уровневую схему приоритетов для определения порядка выполнения потоков. Приоритеты разбиты на два класса:
 - Класс `real-time` содержит потоки с приоритетами от 16 до 31.
 - Класс `variable` содержит потоки с приоритетами от 0 до 15.
- Характеристики стратегии приоритетов Windows 2000.
 - Хорошее время ответа для потоков, использующих мышь и окна.
 - Дает возможность потокам, связанным с вводом-выводом, обеспечивать занятость устройств ввода-вывода.

Ядро – планирование (прод.)

- Планирование выполняется, когда поток переходит в состояние `ready` или `wait`, когда поток завершается, либо когда приложение изменяет приоритет потока или связь с процессором.
- Real-time потокам отдается предпочтение при выделении процессора; но ОС не гарантирует, что поток начнет выполняться в течение какого-либо определенного интервала времени. (такой подход известен как *soft real-time*.)

Windows 2000/XP/Vista/7: уровни запросов на прерывания

interrupt levels	types of interrupts
31	machine check or bus error
30	power fail
29	interprocessor notification (request another processor to act; e.g., dispatch a process or update the TLB)
28	clock (used to keep track of time)
27	profile
3-26	traditional PC IRQ hardware interrupts
2	dispatch and deferred procedure call (DPC) (kernel)
1	asynchronous procedure call (APC)
0	passive

Ядро – обработка прерываний

- Ядро обеспечивает обработку прерываний, если исключения и прерывания генерируются аппаратурой и программным обеспечением (NB: в ОС введены средства обработки исключений!).
- Исключения, которые не могут быть обработаны программно, обрабатываются *диспетчером исключений* ядра ОС.
- Диспетчер прерываний в ядре обрабатывает прерывание либо путем вызова подпрограммы, обслуживающей прерывание (например, драйвера устройства), либо путем вызова внутренней подпрограммы ядра.
- Ядро использует блокировщики (spin locks), находящиеся в основной памяти, для взаимного исключения процессов.

Executive — менеджер объектов

- **Windows 2000** использует объекты для всех своих служб и представления сущностей; менеджер объектов управляет использованием всех объектов.
 - Генерирует *object handle* (ссылку на объект)
 - Выполняет проверки безопасности.
 - Следит за тем, какие процессы используют каждый объект.
- Объекты управляются стандартным набором методов: *create, open, close, delete, query name, parse, security.*

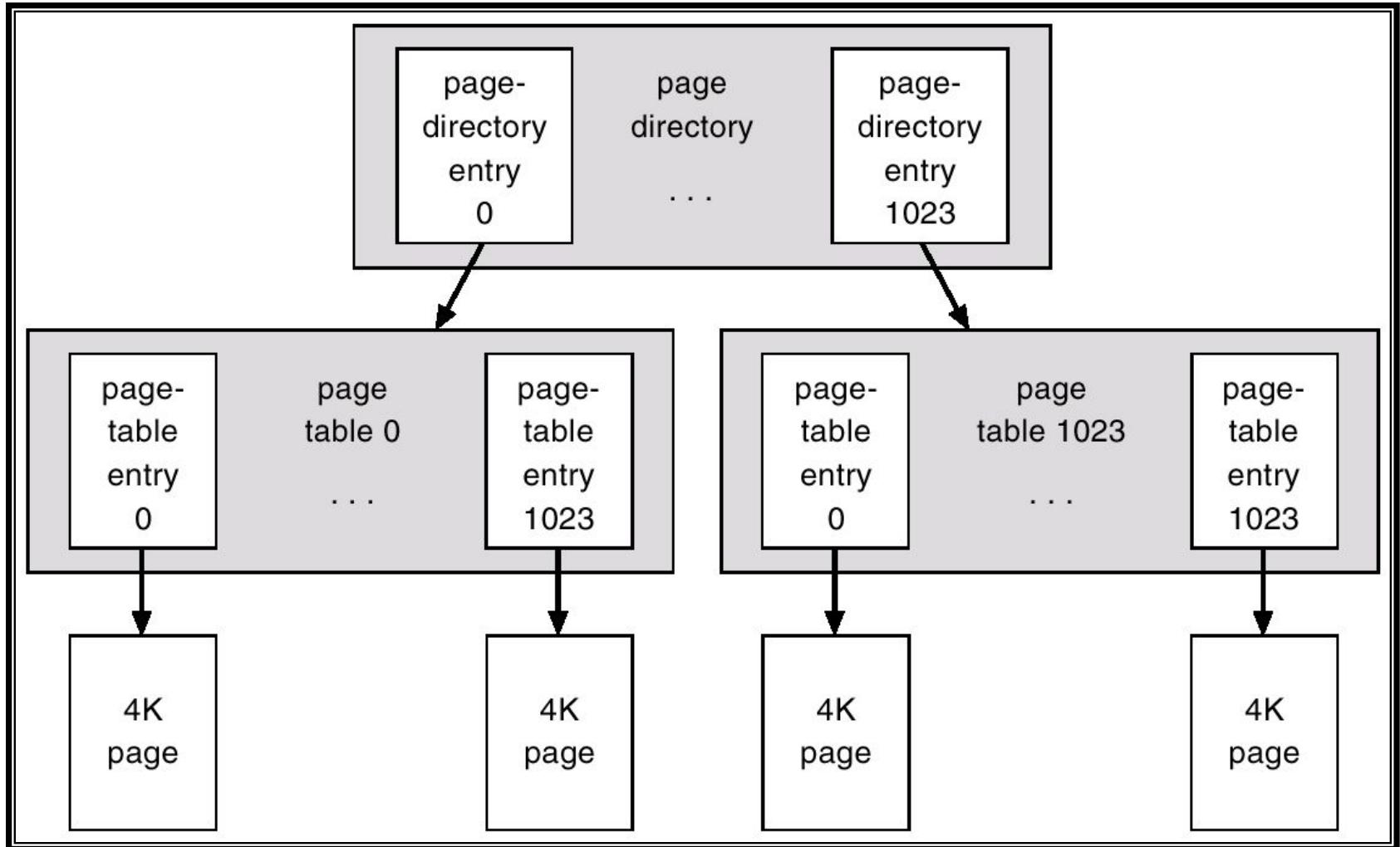
Executive — именованние объектов

- Модуль executive поддерживает именованние объектов. Имя может быть постоянным или временным.
- Имена объектов структурируются, как имена путей доступа к файлам в MS-DOS или UNIX.
- Реализованы *объекты-символические ссылки*, которые подобны символическим ссылкам в UNIX и дают возможность иметь несколько синонимов для одного файла.
- Процесс получает ссылку на объект при его создании, при открытии уже существующего объекта, при получении скопированной ссылки от другого процесса, либо путем наследования ссылки от процесса-родителя.
- Каждый объект защищен списком управления доступом.

Executive — менеджер виртуальной памяти

- При проектировании менеджера виртуальной памяти предполагалось, что процессор поддерживает для отображения виртуальных адресов в физические механизм страничной организации, прозрачный кэш для многопроцессорных систем, а также алиасы для виртуальных адресов.
- VM – менеджер в Windows 2000 использует страничную организацию с размером страницы 4 КВ.
- Используется двухуровневая схема выделения памяти.
 - На первом шаге резервируется часть адресного пространства процесса.
 - На втором шаге данное выделение поддерживается выделением пространства в файле откчки (paging file).

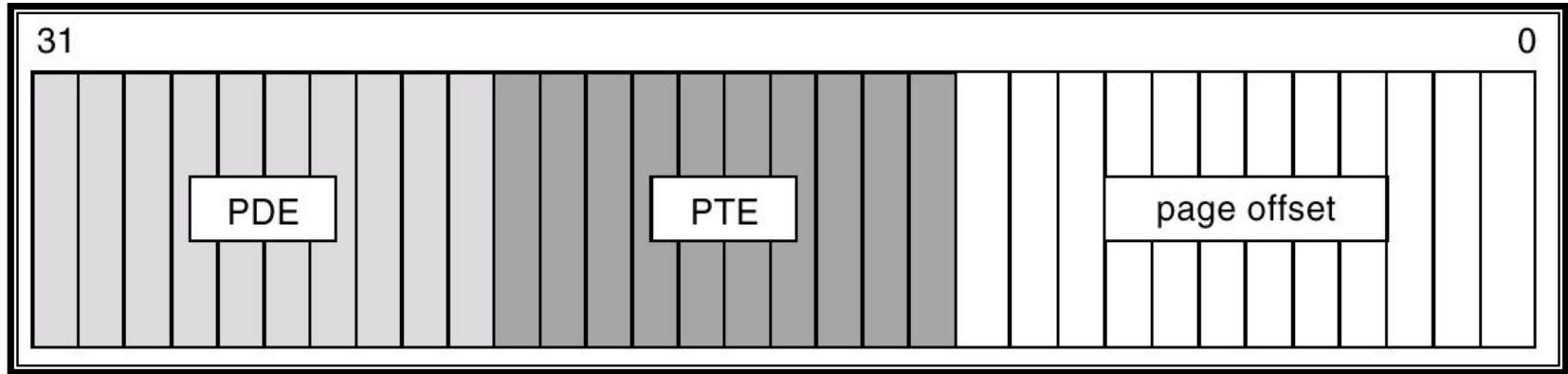
Распределение виртуальной памяти



Менеджер виртуальной памяти (прод.)

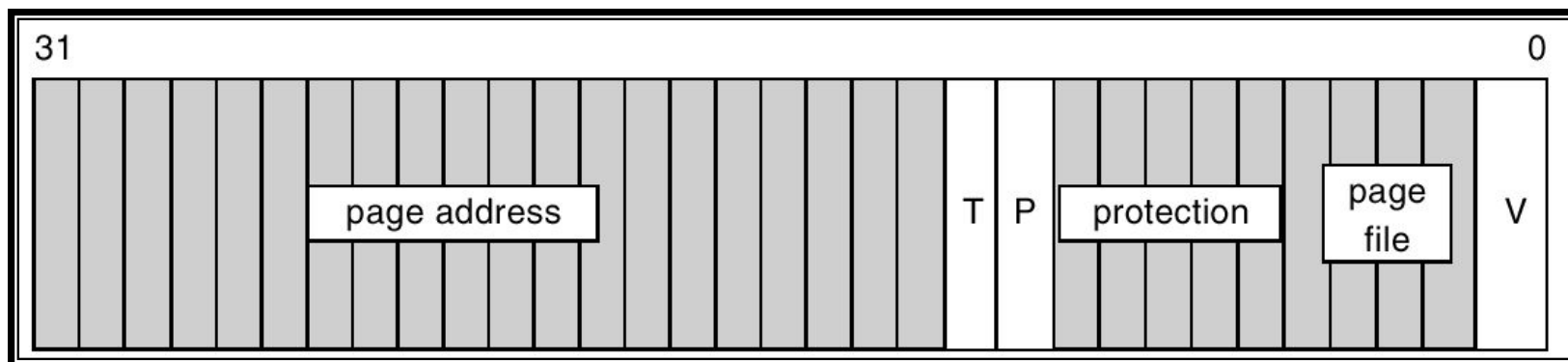
- Трансляция виртуальных адресов в Windows 2000 использует несколько структур данных.
 - Каждый процесс имеет справочник страниц (*page directory*), содержащий 1024 элемента справочника страниц размером по 4 байта.
 - Каждый элемент справочника страниц ссылается на *таблицу страниц*, которая содержит 1024 элемента *таблицы страниц* (page table entries - PTEs) размером по 4 байта.
 - Каждый PTE ссылается на фрейм страницы (4 КВ) в физической памяти.
- Ссылка на элемент всегда занимает 10 битов (0..1023).
- Это свойство используется при трансляции виртуальных адресов в физические.
- Страница может находиться в следующих состояниях: valid, zeroed, free standby, modified, bad.

Трансляция виртуальных адресов в физические



- **10 битов для page directory entry, 10 битов для page table entry, 12 битов для смещения в байтах на странице.**

Элемент таблицы страниц файла подкачки



- **5 битов для защиты страницы, 20 битов для адреса фрейма страницы, 4 бита для выбора файла откачки, 3 бита для описания состояния страницы. $V = 0$**

Executive — менеджер процессов

- **Обеспечивает сервисы для создания, удаления и использования потоков и процессов.**
- **Связи родительских процессов с дочерними и иерархии процессов обрабатываются конкретной подсистемой окружения, которая владеет данным процессом.**

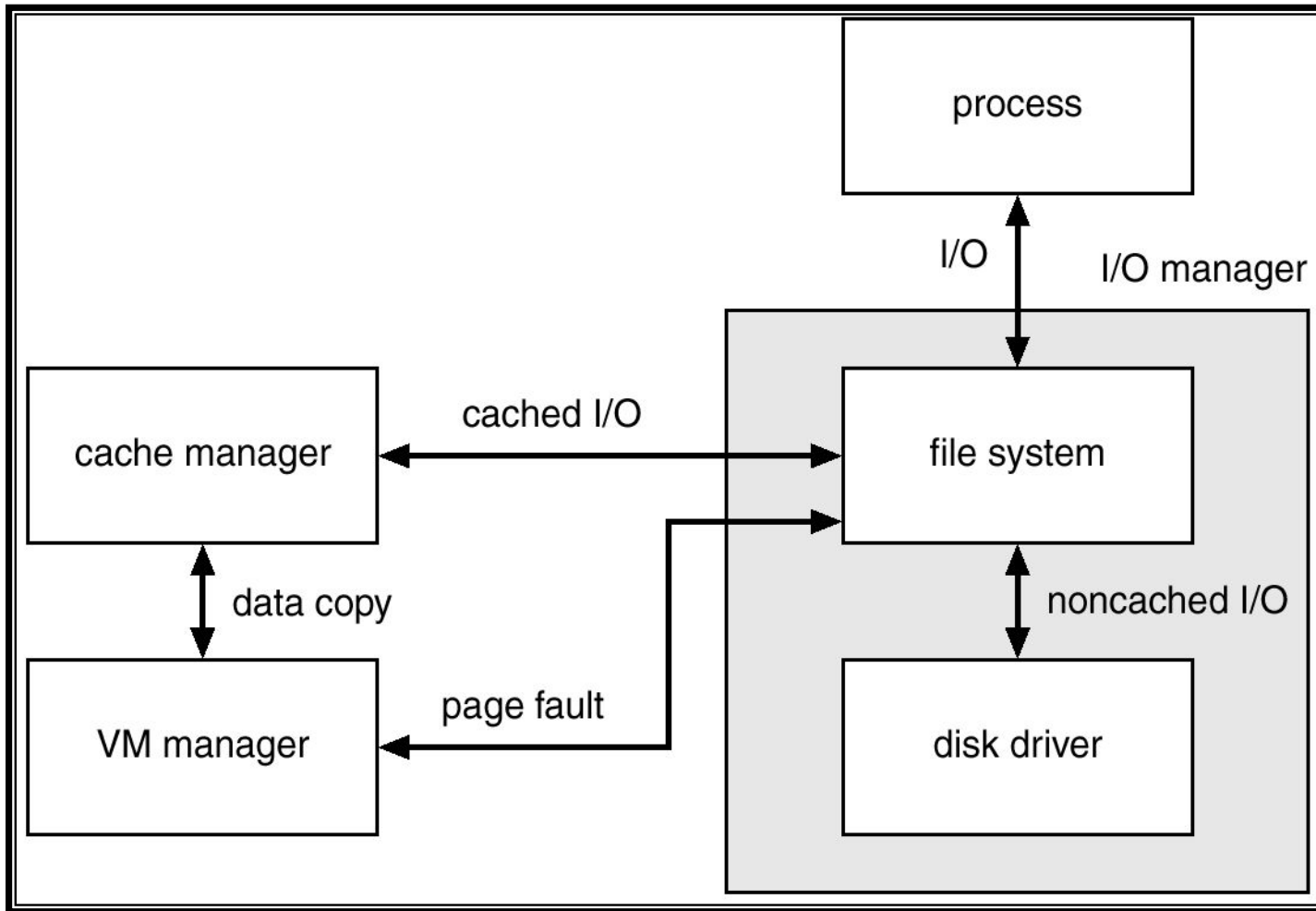
Executive — локальный вызов процедуры (LPC)

- **LPC передает запросы и результаты между клиентским и серверным процессами на локальной машине.**
- **В частности, он используется для запросов к сервисам различных подсистем ОС.**
- **При создании канала для LPC должно быть указано сообщение одного из трех типов.**
 - **Первый тип – маленькие сообщения, до 256 байтов; в качестве промежуточной памяти используется очередь сообщений порта, и сообщения копируются от ного процесса к другому.**
 - **Второй тип – во избежании копирования больших сообщений, передаются ссылки на разделяемые объекты, содержащие сообщения.**
 - **Третий тип - быстрый LPC – используется графическими подсистемами Win32.**

Executive — менеджер ввода-вывода

- **Менеджер ввода-вывода отвечает за:**
 - **Файловые системы**
 - **Управление кэш-памятью**
 - **Драйверы устройств**
 - **Сетевые драйверы**
- **Следит за тем, какие файловые системы загружены, и управляет буферами для запросов на ввод-вывод.**
- **Взаимодействует с менеджером виртуальной памяти для обеспечения ввода-вывода в файлы, отображаемые в память.**
- **Управляет кэш-менеджером, который обеспечивает кэширование для всей системы ввода-вывода.**
- **Поддерживает как синхронные, так и асинхронные операции, обеспечивает тайм-ауты для драйверов, имеет механизмы для вызова одного драйвера другим драйвером.**

Файловый ввод-вывод



Executive — Монитор безопасности

- **Объектно-ориентированная архитектура Windows 2000 обеспечивает использование единого механизма для контроля доступа во время выполнения и аудита всех объектов системы.**
- **Каждый раз, когда процесс получает ссылку на объект, монитор безопасности проверяет маркер безопасности процесса и список управления доступом к объекту для проверки того, имеет ли процесс необходимые права.**

Executive – Менеджер Plug-and-Play

- **Менеджер Plug-and-Play (PnP) используется для распознавания изменений в конфигурации оборудования и адаптации к ним (установки соответствующих драйверов).**
- **Когда добавляются новые устройства (например, PCI или USB), менеджер PnP загружает соответствующий драйвер.**
- **Менеджер PnP также следит за ресурсами, используемыми каждым устройством.**

Подсистемы окружения

- Над executive надстраиваются процессы пользовательского режима, обеспечивающие исполнение программ, разработанных для других ОС.
- Windows 2000/XP/Vista/7 использует подсистему Win32 как основное операционное окружение; Win32 используется для запуска всех процессов. Она также обеспечивает средства работы с мышью, клавиатурой и средства графики.
- Окружение MS-DOS обеспечивается приложением Win32, называемым *virtual dos machine* (VDM), процессом пользовательского уровня, для которого поддерживается страничная организация и диспетчеризация, как и для всех других потоков.

Подсистемы окружения (прод.)

- **Окружение для 16-битовых Windows:**
 - Обеспечивается VDM, которая содержит подсистему *Windows on Windows*.
 - Предоставляет процедуры ядра Windows 3.1 для менеджера окон и функций GDI.
- Подсистема POSIX спроектирована для исполнения POSIX-приложений, следующих POSIX.1 – стандарту, который базируется на модели UNIX.

Подсистемы окружения (прод.)

- Подсистема OS/2 выполняет OS/2 - приложения.
- Подсистема входа и безопасности аутентифицирует пользователей, входящих в систему Windows 2000. Требуется, чтобы пользователи имели имя учетной записи и пароль.
 - Пакет аутентификации аутентифицирует всех пользователей, которые пытаются осуществить доступ к какому-либо объекту системы. Windows 2000 использует Kerberos как пакет аутентификации по умолчанию.

Система файлов

- **Фундаментальная структура системы файлов Windows 2000 (NTFS) – том (*volume*).**
 - Создается утилитой администрирования диска.
 - Основан на логическом диске (*partition*).
 - Может занимать часть диска, целый диск или распределяться по нескольким дискам.
- **Все метаданные, такие как информация о томе, хранятся в обычном файле.**
- **NTFS использует *кластеры* как базовую единицу выделения дисковой памяти.**
 - Кластер – число секторов диска, размер которого – степень двойки.
 - Поскольку размер кластера меньше, чем в FAT16, внутренняя фрагментация уменьшается.

Система файлов – внутреннее представление

- NTFS использует логические номера кластеров *logical cluster numbers* (LCNs) в качестве дисковых адресов.
- Файл в NTFS – не просто байтовый поток, как в MS-DOS или в UNIX, но это структурированный объект, описываемый атрибутами.
- Каждый файл в NTFS описывается одной или несколькими записями в массиве, хранящемся в специальном файле, называемом Master File Table (MFT).
- Каждый файл в томе NTFS имеет уникальный идентификатор (ID), называемый ссылкой на файл - *file reference*.
 - 64-битовое число, состоящее из 48-битового номера файла и 16-битового номера последовательности.
 - Может использоваться для выполнения внутренних проверок целостности.
- Пространство имен NTFS организовано в иерархию директорий; индексный корень (*index root*) содержит верхний уровень B+ - дерева.

Файловая система - Восстановление

- **Все изменения структуры данных в файловой системе выполняются как транзакции, для которых используется журнал.**
 - **Перед тем, как структура данных изменяется, транзакция заносит в журнал специальную запись, которая содержит информацию для повторного выполнения (redo) и отмены (undo) данного изменения.**
 - **После изменения структуры данных в журнал заносится информация об успешном выполнении операции.**
 - **В случае порчи информации файловая система может быть восстановлена до целостного состояния с использованием журнальных записей.**

Файловая система – восстановление (прод.)

- Эта схема не гарантирует, что все данные пользовательского файла могут быть восстановлены в случае порчи информации, а гарантирует лишь, что все структуры данных о файлах в системе (метаданные) не повреждены и отражают какое-либо целостное состояние данных до порчи информации.
- Журнал хранится в третьем файле метаданных каждого тома.

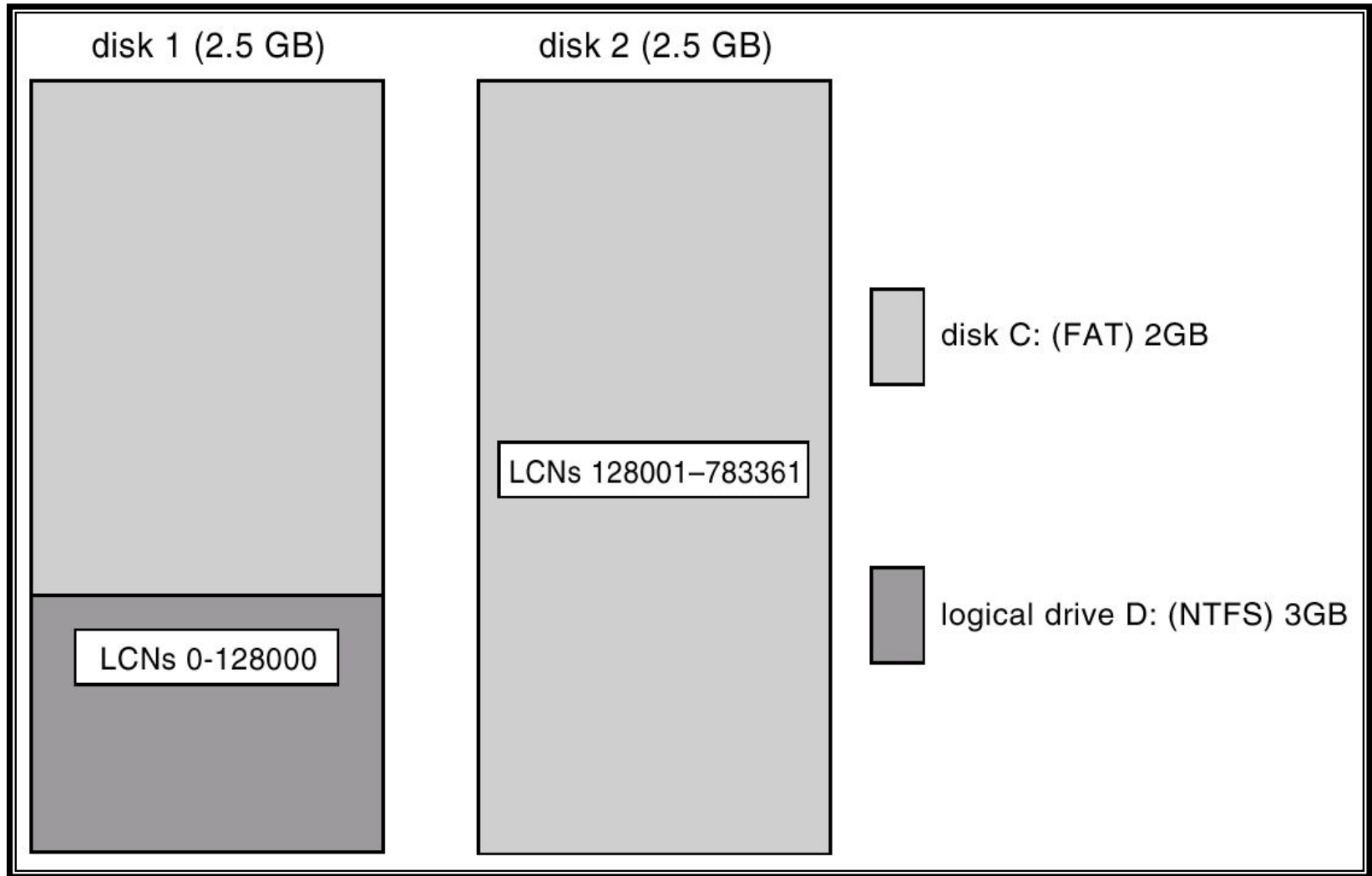
Файловая система - Безопасность

- **Безопасность тома NTFS реализована на основе объектной модели Windows 2000.**
- **Каждый файловый объект имеет дескриптор безопасности, хранящийся в записи MFT.**
- **Данный атрибут содержит маркер доступа владельца файла, а также список управления доступом, устанавливающий права каждого пользователя для доступа к данному файлу.**

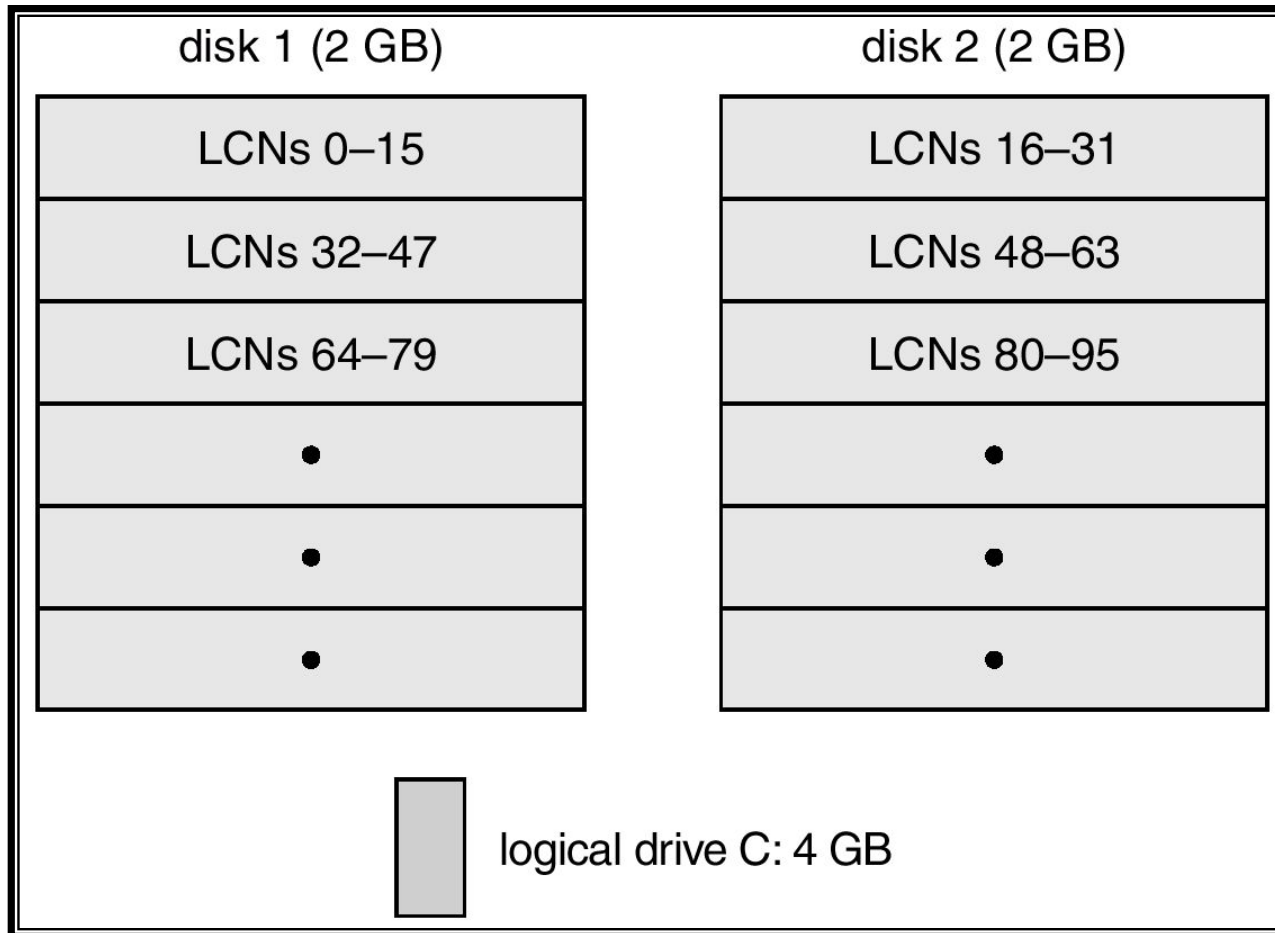
Управление томами и устойчивость к сбоям

- **FtDisk**, дисковый драйвер Windows 2000, устойчивый к сбоям, обеспечивает несколько способов объединения нескольких SCSI-дисков в один логический том.
 - Логически конкатенирует диски, образуя один логический том (набор дисков тома – *volume set*).
 - Обработка нескольких частей тома по принципу *round-robin* для формирования “полосатого множества” (*stripe set*), также называемого RAID уровня 0, или “*disk striping*”).
 - Вариант: *stripe set with parity*, или RAID уровня 5.
 - Зеркальное отображение дисков (*Disk mirroring*), или RAID уровня 1, - это надежная схема, использующая множество “зеркал” (*mirror set*) — две секции одного размера на разных частях диска с идентичным содержимым.
 - Для обработки запорченных дисковых секторов, FtDisk использует аппаратный метод, называемый предохранением секторов (*sector sparing*), а NTFS использует программный метод, называемый повторным отображением кластеров (*cluster remapping*).

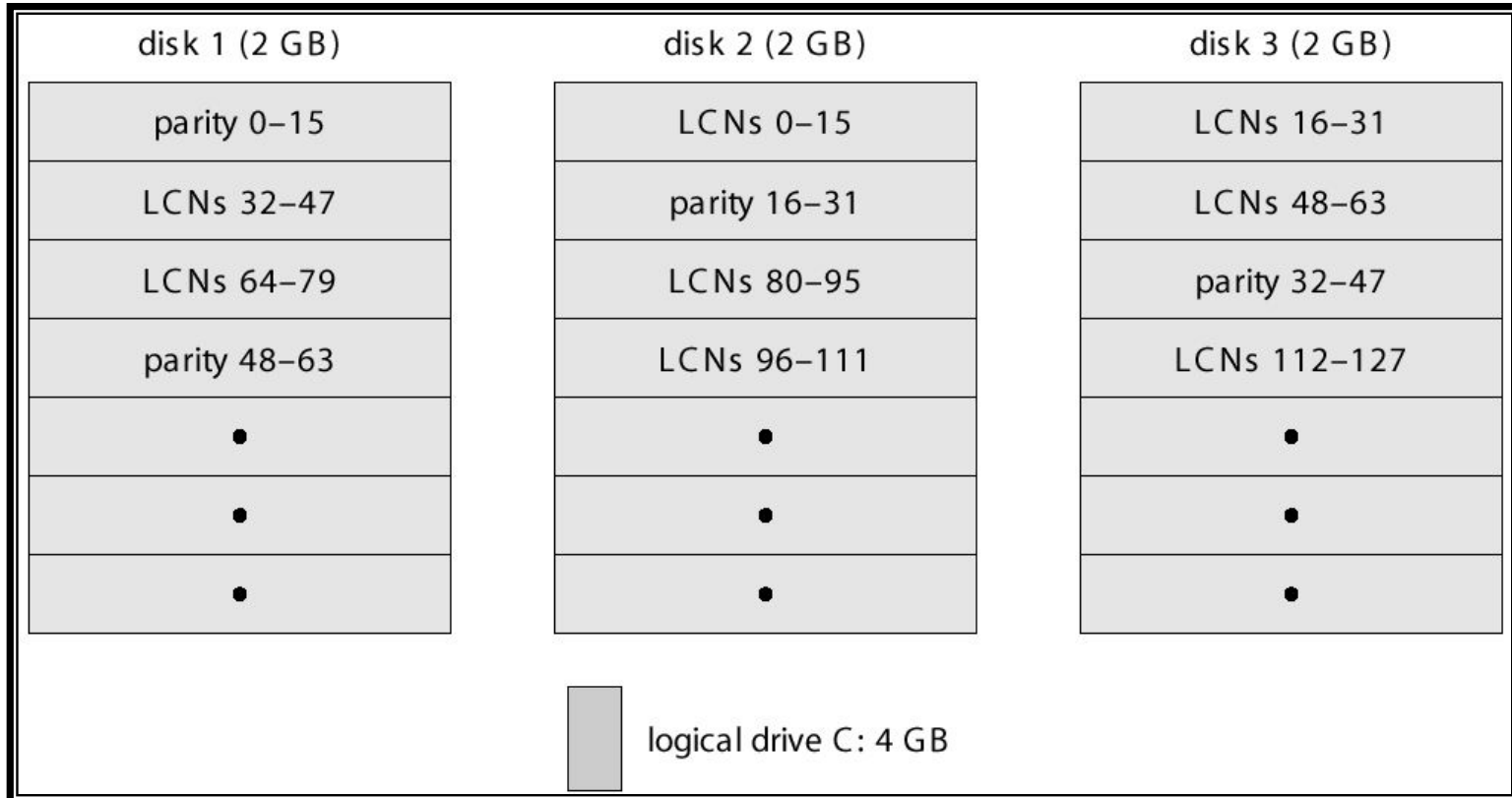
Том, размещаемый на двух дисках



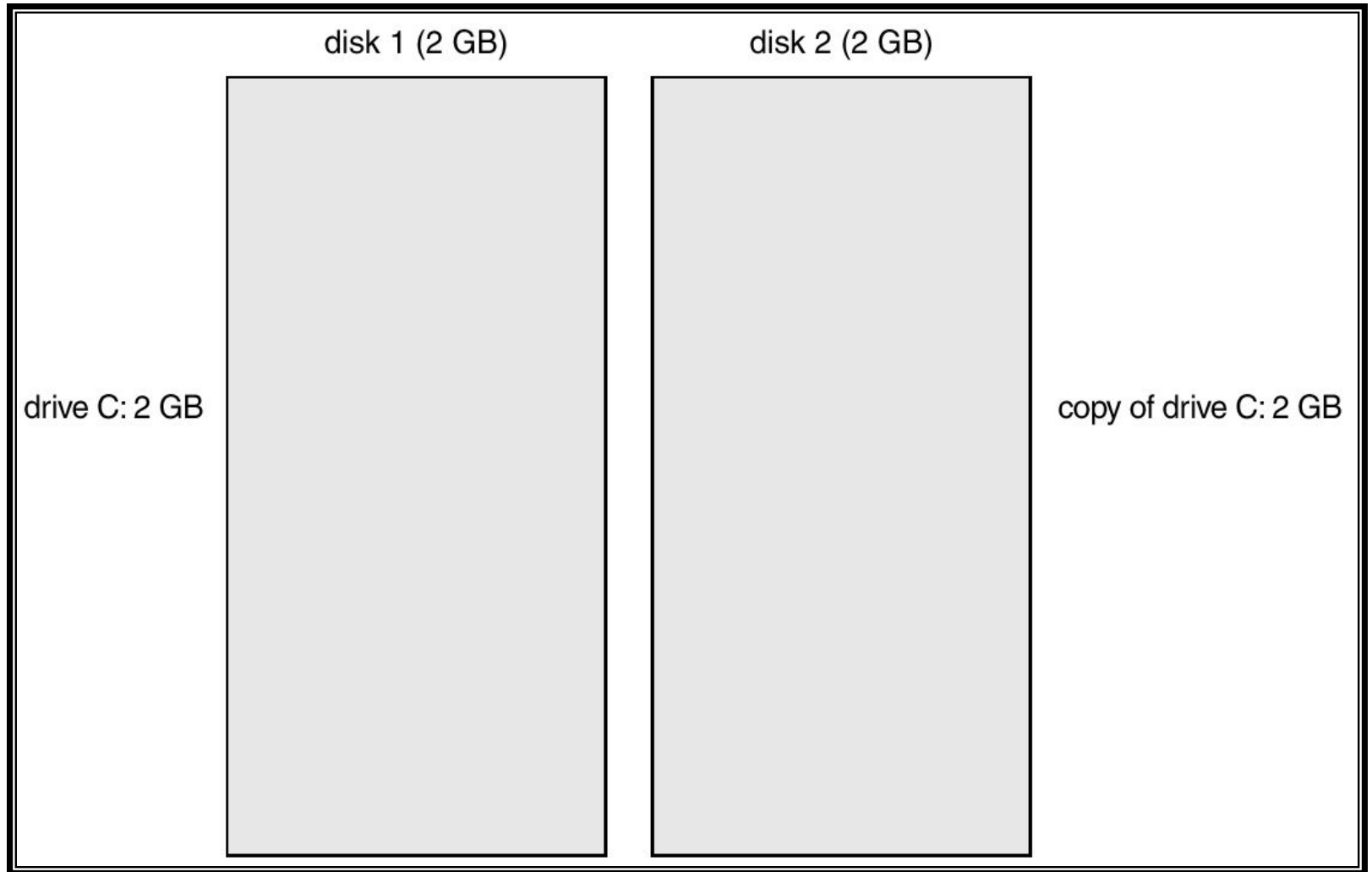
Stripe Set на двух дисках



Stripe Set With Parity на трех дисках



Mirror Set на двух дисках



Файловая система - сжатие

- Для сжатия файла NTFS разделяет данный файл на модули сжатия (*compression units*) - блоки по 16 смежных кластерах.
- Для не смежно расположенных файлов NTFS использует другой метод экономии памяти.
 - Кластеры, содержащие только нули, фактически не хранятся на диске.
 - Вместо этого, в последовательности виртуальных номеров кластеров оставлены пропуски, информация о которых хранится в элементе MFT для данного файла.
 - При чтении из файла, если найден пропуск в нумерации виртуальных кластеров, NTFS просто заполняет нулями соответствующую часть буфера.

Файловые системы – точки повторного анализа (reparse points)

- Точки повторного анализа при обращении вызывают генерацию кода ошибки. Они содержат информацию для менеджера ввода-вывода, какие действия выполнять дальше.
- Точки повторного анализа могут быть использованы для обеспечения функциональности монтирования, как в UNIX.
- Они могут быть также использованы для доступа к файлам, которые перенесены в отдельно размещаемую память.

Сетевые средства

- **Windows 2000 поддерживает как одноранговую связь, так и клиент-серверную связь в сетях; она также содержит средства для управления сетями.**
- **Для описания сетевых средств в Windows 2000, будем ссылаться на два внутренних интерфейса:**
 - **NDIS (Network Device Interface Specification) — отделяет сетевые адаптеры от транспортных протоколов, так чтобы каждый из них можно было изменить, не оказывая влияния на другой.**
 - **TDI (Transport Driver Interface) — обеспечивает, чтобы каждая из компонент уровня сеанса могла использовать любой транспортный механизм.**
- **Windows 2000 реализует транспортные протоколы как драйверы, который могут быть динамически добавлены к системе или удалены из нее.**

Сетевые средства – Протоколы

- **Протокол “server message block” (SMB) используется для передачи через сеть запросов на ввод-вывод. Он имеет четыре типа сообщений:**
 - `Session control`
 - `File`
 - `Printer`
 - `Message`
- **Система Network basic Input/Output system (NetBIOS) - сетевой интерфейс с абстрагированием от аппаратуры. Используется для:**
 - Установки логических имен в сети.
 - Установления логической последовательности сеансов между двумя логическими именами в сети.
 - Поддержки надежной передачи данных для сеанса с помощью запросов NetBIOS или *SMB*.

Сетевые средства – протоколы (прод.)

- **NetBEUI (NetBIOS Extended User Interface):** протокол по умолчанию для одноранговых сетей Windows 95 и Windows for Workgroups; используется для совместного использования ресурсов в подобных сетях.
- **Windows 2000** использует протокол Интернета TCP/IP для соединения с различными ОС и аппаратными платформами.
- **PPTP (Point-to-Point Tunneling Protocol)** используется для коммуникации между модулями Remote Access Server, работающими на машинах под Windows 2000, соединенных через Интернет.
- **Протокол NWLink** соединяет сети NetBIOS и Novell NetWare.

Сетевые средства – протоколы (прод.)

- **Протокол Data Link Control (DLC) используется для доступа к mainframe-компьютерам IBM и принтерам HP, непосредственно подсоединенным к сети.**
- **Системы на базе Windows 2000 могут взаимодействовать с компьютерами Macintosh с помощью протокола Apple Talk, если сервер в сети, работающий под Windows 2000, использует пакет Windows 2000 Services for Macintosh.**

Сетевые средства – механизмы распределенной обработки

- Windows 2000 поддерживает распределенные приложения с помощью именованных NetBIOS, именованных конвейеров (pipes), mailslots, Windows Sockets, Remote Procedure Calls (RPC) и Network Dynamic Data Exchange (NetDDE).
- NetBIOS могут взаимодействовать через сеть, используя NetBEUI, NWLink или TCP/IP.
- Именованные конвейеры – это механизм передачи сообщений через сетевую коннекцию. Они именуются с использованием *uniform naming convention* (UNC).
- Mailslots – это механизм передачи сообщений без непосредственного использования коннекции, основанный на приложениях типа поиска компонент в сети.
- Winsock, API для реализации сокетов под Windows, - это интерфейс уровня сеанса, который обеспечивает стандартизованный интерфейс для многих транспортных протоколов, которые могут иметь различные схемы адресации.

Механизмы распределенной обработки (прод.)

- **Механизм RPC в Windows 2000 следует широко используемому стандарту Distributed Computing Environment для RPC - сообщений, так что программы, использующие RPC для Windows 2000/XP/Vista/7, имеют высокую степень переносимости.**
 - **RPC – сообщения посылаются с использованием NetBIOS, или Winsock в сетях TCP/IP, или именованные конвейеры в сетях LAN Manager.**
 - **Windows 2000 предоставляет Microsoft *Interface Definition Language* для описания имен, аргументов и результатов удаленных процедур.**

Сетевые средства – перенаправления и серверы

- В Windows 2000/XP/Vista/7 приложение может использовать API для ввода-вывода Windows 2000 для доступа к файлам удаленного компьютера, как к локальным файлам, при условии, что на удаленном компьютере исполняется MS-NET server.
- Перенаправитель (*redirector*) - это объект клиентской стороны, который пересылает запросы на ввод-вывод удаленных файлов. Эти запросы затем удовлетворяются сервером.
- Для повышения производительности и обеспечения безопасности, перенаправители и серверы выполняются в режиме ядра.

Доступ к удаленному файлу

- Приложение вызывает менеджер ввода-вывода для запроса на открытие файла (предполагается, что имя файла – в стандартном формате UNC).
- Менеджер ввода-вывода конструирует пакет запроса на ввод-вывод.
- Менеджер ввода-вывода распознает, что это запрос к удаленному файлу, и вызывает специальный драйвер, называемый Multiple Universal Naming Convention Provider (MUP).
- MUP посылает пакет запроса на ввод-вывод асинхронно всем зарегистрированным перенаправителям.
- Перенаправитель, который может удовлетворить данный запрос, отвечает MUP.
 - Для того, чтобы не задавать тот же вопрос перенаправителям в будущем, MUP использует кэш-память для запоминания того, какой перенаправитель может работать с этим файлом.

Доступ к удаленному файлу (прод.)

- **Перенаправитель посылает сетевой запрос удаленной системе.**
- **Сетевые драйверы удаленной системы получают запрос и передают его драйверу сервера.**
- **Драйвер сервера перепоручает этот запрос драйверу соответствующей файловой системы.**
- **Соответствующий драйвер вызывается для доступа к данным.**
- **Результаты возвращаются драйверу сервера, который пересылает данные перенаправителю, передавшему запрос.**

Программный интерфейс – Доступ к объектам ядра.

- Процесс получает доступ к объекту ядра, называемому `xxx`, путем вызова функции `CreateXXX` для получения (открытия) ссылки (*handle*) на `xxx`; ссылка уникальна для данного процесса.
- Ссылка может быть закрыта вызовом функции `CloseHandle`; система может удалить данный объект, если счетчик ссылок на него стал равным нулю.
- Windows 2000 три способа совместного использования объекта несколькими процессами.
 - Дочерний процесс наследует ссылку на объект.
 - Один процесс дает объекту имя при его создании, а другой процесс открывает данное имя.
- функция `DuplicateHandle`:
 - Если известна ссылка на процесс и значение ссылки, то другой процесс может получить ссылку на тот же объект.

Программный интерфейс – Управление процессами

- Процесс запускается функцией `CreateProcess`, которая загружает все DLL, используемые процессом, и создает первичный поток (*primary thread*).
- Дополнительные потоки могут создаваться функцией `CreateThread`.
- Каждая DLL или exe-файл, загружаемые в адресное пространство процесса, идентифицируются ссылкой на экземпляр (*instance handle*).

Управление процессами (прод.)

- Планирование в Win32 использует четыре класса приоритетов:
 - `IDLE_PRIORITY_CLASS` (уровень приоритетов 4)
 - `NORMAL_PRIORITY_CLASS` (уровень 8 — типичный для большинства процессов)
 - `HIGH_PRIORITY_CLASS` (уровень 13)
 - `REALTIME_PRIORITY_CLASS` (уровень 24)
- Для обеспечения уровней производительности, необходимых для интерактивных программ, Windows 2000 использует специальное правило планирования для процессов с `NORMAL_PRIORITY_CLASS`.
 - Windows 2000 различает основной процесс (*foreground process*), который в данный момент выбран на экране, и фоновые процессы (*background processes*), которые не выбраны в данный момент.
 - Когда процесс становится основным, Windows 2000 увеличивает его квант планирования в несколько раз, как правило – в три.

Управление процессами (прод.)

- Ядро динамически изменяет приоритет потока, в зависимости от того, связан ли он с вводом-выводом или с процессором.
- Для синхронизации доступа к общим объектам несколькими потоками ядро предоставляет синхронизирующие объекты, такие как семафоры и мьютексы (mutexes).
 - Кроме того, потоки могут синхронизироваться с использованием функций `WaitForSingleObject` или `WaitForMultipleObjects`.
 - Другой метод синхронизации в Win32 API – критическая секция.

Управление процессами (прод.)

- **Волокно (fiber) – это код пользовательского режима, исполнение которого планируется по алгоритму, определенному пользователем.**
 - **В каждый момент времени разрешено исполняться только одному волокну, даже на многопроцессорной аппаратуре.**
 - **Windows 2000/XP/Vista/7 поддерживает концепцию волокон с целью переноса унаследованных (legacy) UNIX-приложений, написанных на основе модели исполнения волокон.**

Программный интерфейс – Взаимодействие процессов

- **Win32 – приложения могут выполнять взаимодействие между процессами путем совместного использования разделяемых объектов ядра.**
- **Альтернативный способ взаимодействия процессов – передача сообщений; он наиболее популярен для Windows GUI - приложений.**
 - **Один поток посылает сообщение другому потоку или окну.**
 - **Вместе с сообщением поток может также посылать данные.**
- **Каждый поток Win32 имеет свою входную очередь, из которой данный поток получает сообщения.**
- **Это более надежно, чем общая входная очередь, применяемая в 16-битовой версии Windows, так как при использовании отдельных очередей одно подвисшее приложение не может блокировать другие.**

Программный интерфейс – Управление памятью

- **Виртуальная память:**
 - `VirtualAlloc` резервирует или согласует для резервирования виртуальную память.
 - `VirtualFree` освобождает виртуальную память.
 - Эти функции дают возможность приложению запомнить виртуальный адрес, по которому была выделена виртуальная память.
- **Приложение может использовать память, отобразив файл в свое адресное пространство.**
 - Многоэтапный процесс.
 - Два процесса совместно используют память, отображая один и тот же файл в свою виртуальную память.

Управление памятью (прод.)

- **Куча (heap) в окружении Win32 – это область (region) зарезервированного адресного пространства.**
 - **Процесс Win 32 создается с кучей, размер которой по умолчанию равен 1 МВ.**
 - **Доступ к ней синхронизирован, с целью защиты структур данных, связанных с распределением памяти в куче, от разрушения при совместном доступе из нескольких потоков.**
- **Поскольку функции, которые основаны на глобальных или статических данных, обычно неправильно работают в многопоточном окружении, предоставлен механизм выделения глобальной, но связанной с конкретным потоком памяти (thread-local storage).**
 - **Данный механизм предоставляет как статические, так и динамические методы выделения памяти, связанной с потоком.**