

АРХИТЕКТУРА WINDOWS XP/2000

Подсистема ввода-вывода операционной системы Windows 2000 состоит из ряда компонентов исполнительной системы ОС, которые управляют аппаратными средствами и предоставляют интерфейсы для обращения к ним системе и приложениям пользователя. Основным средством работы прикладного программного обеспечения с аппаратным обеспечением являются драйверы. В ОС Windows 2000 используются различные типы драйверов, которые по-разному взаимодействуют с системными компонентами и с программами пользователя.

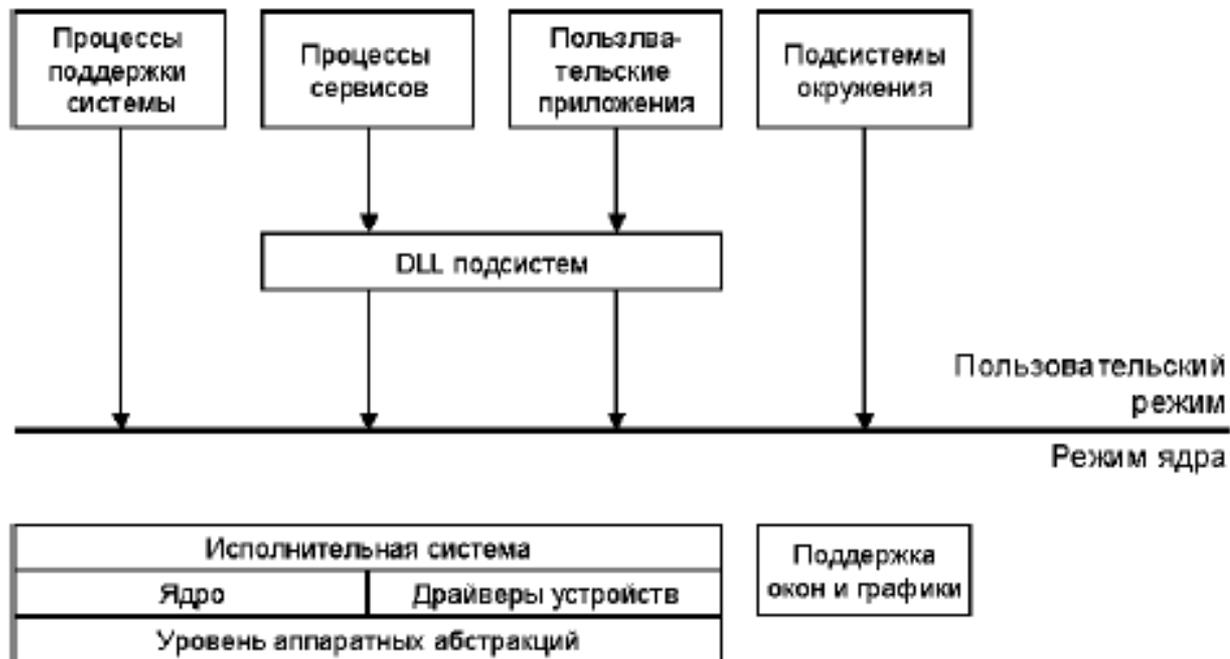


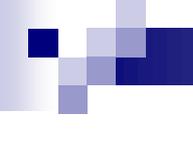
Рисунок 1 – Упрощенная архитектура Windows 2000

Существует четыре типа пользовательских процессов:

- фиксированные процессы поддержки системы (System Support Processes) – например, процесс обработки входа в систему и диспетчер сеансов;
- процессы сервисов (Service processes) – носители Win32-сервисов, вроде Task Scheduler (планировщик задач) и Spooler (спулер печати); многие серверные приложения Windows 2000, например, Microsoft SQL Server и Microsoft Exchange Server, также включают в себя компоненты, выполняемые, как сервисы;

- пользовательские приложения (User Applications) – бывают пяти типов: Win32, Windows 3.1, MS-DOS, POSIX и OS/2;
- подсистемы окружения (Environment Subsystems) – предоставляют пользовательским приложениям сервисы, встроенные в операционную систему, через набор вызываемых функций, образуя таким образом окружение операционной среды.

Элемент «DLL подсистем» - его присутствие связано с тем, что в Windows 2000 пользовательские приложения не могут напрямую вызывать встроенные сервисы операционной системы – они работают через одну или несколько DLL подсистем (Subsystem DLL). Они предназначены для трансляции документированных функций в соответствующие недокументированные внутренние вызовы системных сервисов Windows 2000.



Windows 2000 включает следующие компоненты режима ядра:

- исполнительная система (executive), содержащая базовые сервисы операционной системы (обеспечивающие управление памятью, процессами и потоками, защиту, ввод-вывод и взаимодействие между процессами);
- ядро (kernel), содержащее низкоуровневые функции операционной системы (поддерживающие планирование потоков, диспетчеризацию прерываний и исключений и т. д.); ядро предоставляет также набор процедур и базовых объектов, используемых исполнительной системой для реализации структур высшего уровня;

- драйверы устройств (Device Drivers) – драйверы аппаратных устройств, транслирующие пользовательские вызовы функций ввода-вывода в специализированные запросы для конкретных устройств, сетевые драйверы и драйверы файловых систем;
- уровень аппаратных абстракций (Hardware Abstraction Layer, HAL), изолирующий ядро, драйверы и исполнительную систему Windows 2000 от специфики внешних устройств и аппаратной платформы;
- подсистема поддержки окон и графики (Windowing and Graphics System), реализующая функции графического пользовательского интерфейса (GUI), более известные как Win32-функции модулей User и GDI;

Таблица 1 – Основные файлы системных компонентов Windows 2000

Имя файла	Компоненты системы
Ntoskrnl.exe	Исполнительная система и ядро
Hal.dll	Уровень аппаратных абстракций
Win32k.sys	Часть подсистемы Win32, работающая в режиме ядра
Ntdll.dll	Внутренние функции поддержки и интерфейсы диспетчера системных сервисов с функциями исполнительной системы
Kernel32.dll, Advapi32.dll, User32.dll, Gdi32.dll	Основные DLL подсистемы Win32

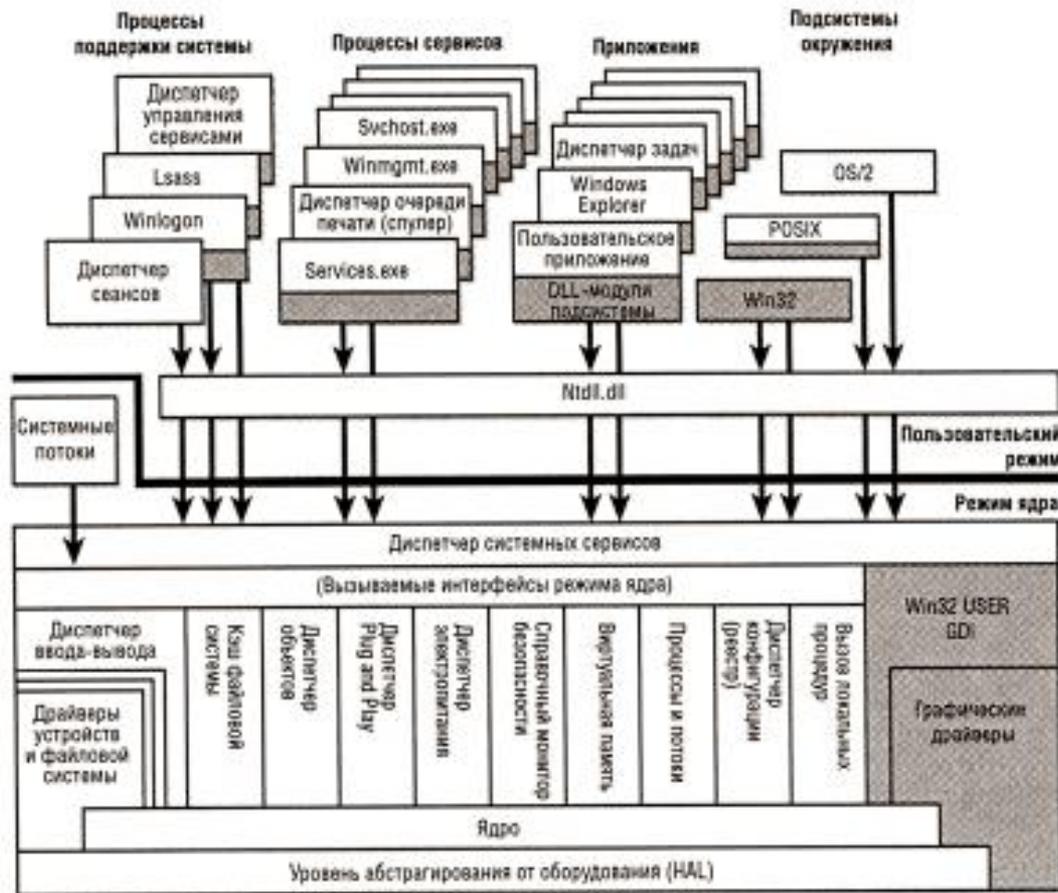
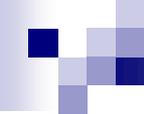


Рисунок 2 – Архитектура Windows 2000



В Windows 2000 имеется три подсистемы окружения: Win32, POSIX и OS/2. Подсистема Win32 здесь стоит на первом месте не случайно – без нее Windows 2000 работать не может. Эта подсистема обрабатывает все, что связано с клавиатурой, мышью и экраном. Она нужна даже на тех серверах, у которых нет интерактивных пользователей. Подсистема Win32 работает всегда, а остальные две подсистемы запускаются только по требованию.

Какие подсистемы будут загружены при старте Windows 2000, определяется значением параметра Required в разделе реестра `HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Control\Session Manager\Subsystem`. В этом параметре просто указан список подсистем, загружаемых при запуске.



Приложения пользователя не могут напрямую вызывать системные сервисы Windows 2000. Они обращаются к DLL подсистемам. Эти DLL предоставляют документированный интерфейс между программой и вызываемой ей подсистемой. DLL подсистемы Win32 (Kernel32.dll, Advapi32.dll, User32.dll, Gdi32.dll) реализуют функции Win32 API, а DLL подсистемы POSIX реализует функции POSIX API.

Подсистемы окружения

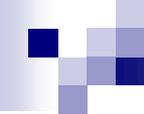
Подсистема Win32 состоит из следующих основных элементов:

- процесса подсистемы окружения (Csrss.exe), предоставляющего: поддержку консольных окон, поддержку создания и удаления процессов и потоков;
- драйвера режима ядра (Win32k.sys), включающего: диспетчер окон, управляющий прорисовкой и выводом окон на экран, принимающий ввод с клавиатуры, мыши и других устройств, а также передающий пользовательские сообщения приложениям;

- DLL-модулей подсистем (Kernel32.dll, Advapi32.dll, User32.dll, Gdi32.dll), транслирующих вызовы документированных функций Win32 API в вызовы соответствующих недокументированных сервисов режима ядра из Ntoskrnl.exe и Win32.sys;
- драйверов графических устройств, представляющих собой специфические для конкретного оборудования драйверы дисплея, принтера и драйверы видеокарт.

Подсистема POSIX (Portable Operating System Interface Based on UNIX – переносимый интерфейс операционной системе на основе UNIX) – это совокупность международных стандартов на интерфейсы операционных систем типа UNIX. Набор функций, доступный приложениям POSIX по умолчанию, строго ограничен сервисами, определяемыми стандартом POSIX.1.

Подсистема OS/2 обладает ограниченной функциональностью и поддерживает лишь 16-разрядные приложения OS/2 версии 1.2 с символьным или графическим вводом-выводом.



Модуль Ntdll.dll – специальная библиотека системной поддержки, необходимая в основном при использовании DLL-подсистем. Она содержит функции двух типов:

- интерфейсы диспетчера системных сервисов (System Service Dispatch Stubs) к сервисам исполнительной системы Windows 2000;
- внутренние функции поддержки, используемые подсистемами DLL подсистем и другими компонентами операционной системы.

Исполнительная система

Исполнительная система (Executive) находится на верхнем уровне Ntoskrnl.exe (ядро располагается на более низком уровне).

Исполнительная система состоит из следующих основных компонентов:

- диспетчер конфигурации, отвечающий за управление системным реестром;
- диспетчер процессов и потоков, создающий и завершающий процессы и потоки;
- монитор безопасности, реализующий политики безопасности на локальном компьютере (он охраняет ресурсы операционной системы и контролирует объекты во время выполнения);

- диспетчер ввода-вывода, реализующий аппаратно-независимый ввод-вывод и отвечающий за пересылку ввода-вывода нужным драйверам устройств для дальнейшей обработки;
- диспетчер Plug and Play, определяющий, какие драйверы нужны для поддержки конкретного устройства, и загружающий их;
- диспетчер электропитания, который координирует события, связанные с электропитанием и генерирует уведомления системы управления электропитанием для драйверов;
- подпрограммы WMI (Windows Management Instrumentation – инструментарий управления Windows), позволяющие драйверам публиковать информацию о своих рабочих характеристиках и конфигурации;

- диспетчер кэша, повышающий производительность файлового ввода-вывода за счет сохранения в основной памяти дисковых данных, к которым недавно было обращение;
- диспетчер виртуальной памяти, реализующий виртуальную память – схему управления памятью, позволяющую выделять каждому процессу большое закрытое адресное пространство, объем которого может превышать доступную физическую память.

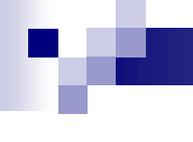
В состав исполнительной системы входит также четыре основные группы функций поддержки, которые используются уже перечисленными компонентами. К ним относятся:

- диспетчер объектов, который создает, управляет и удаляет объекты (они используются для представления таких ресурсов операционной системы, как процессы, потоки и различные синхронизирующие объекты);
- механизм LPC (Local Procedure Call), который передает сообщения между клиентским и серверным процессами на одном компьютере и представляет собой стандартный механизм взаимодействия между клиентскими и серверными процессами через сеть;
- набор стандартных библиотечных функций для обработки строк, арифметических операций;

- подпрограммы поддержки исполнительной системы, например, для выделения системной памяти.

Ядро

Ядро состоит из набора фундаментальных функций (в том числе, планирование потоков и синхронизация), которые расположены в файле Ntoskrnl.exe, и используются компонентами исполнительной системы и низкоуровневыми (аппаратно-зависимыми) средствами — диспетчерами прерываний и исключений, которые непосредственно «привязаны» к конкретной аппаратной платформе.



Ядро отделено от исполнительной системы – оно реализует системные механизмы, но не участвует в принятии решений, связанных с системной политикой. Все такие решения, кроме планирования и диспетчеризации потоков, принимаются исполнительной системой.

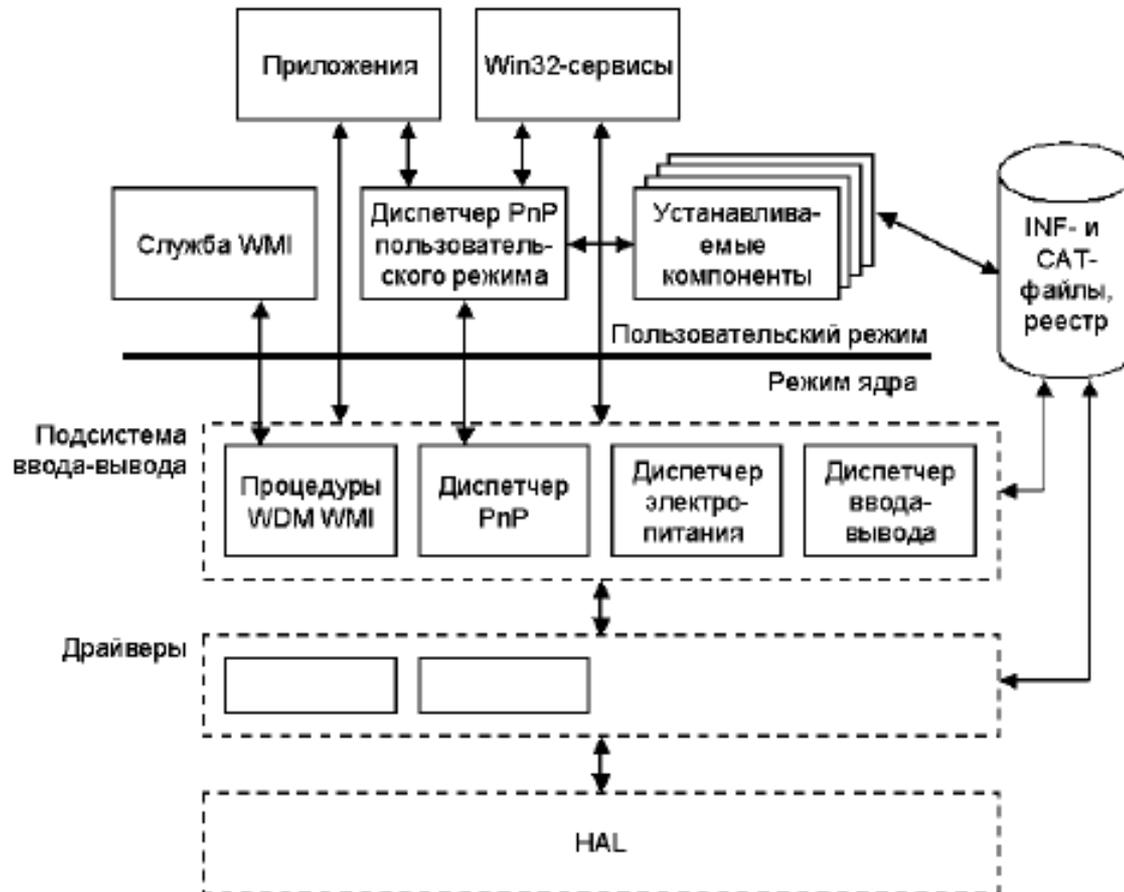
Вне ядра исполнительная система представляет потоки и другие разделяемые ресурсы в виде объектов.

Не менее важной задачей ядра является абстрагирование или изоляция исполнительной системы и драйверов устройств от особенностей конкретной аппаратной реализации вычислительной системы.

Уровень аппаратных абстракций HAL

Уровень аппаратных абстракций (HAL – Hardware Abstraction Layer) является ключевым компонентом, обеспечивающим переносимость Windows 2000 между различными аппаратными архитектурами. HAL – это загружаемый модуль режима ядра (Hal.dll), предоставляющий низкоуровневый интерфейс с аппаратной платформой, на которой выполняется Windows 2000. Он скрывает от операционной системы специфику конкретной аппаратной платформы (интерфейсов ввода-вывода, контроллеров прерываний, механизмов взаимодействия между процессорами и т. д.), то есть, все функции, которые зависят от аппаратной архитектуры и конкретной ЭВМ.

Основные компоненты подсистемы ввода-вывода



Каждый из компонентов подсистемы ввода-вывода выполняет свои функции:

- Диспетчер ввода-вывода подключает приложения и системные компоненты к виртуальным, логическим и физическим устройствам, а также определяет инфраструктуру, поддерживающую драйверы устройств.
- Драйвер устройства обычно предоставляет интерфейс ввода-вывода для устройств конкретного типа. Драйверы принимают от диспетчера ввода-вывода команды для управляемых ими устройств и уведомляют диспетчер ввода-вывода о выполнении этих команд.

- Диспетчер PnP взаимодействует с диспетчером ввода-вывода и драйверами шин (Bus Drivers) – одной из разновидностей драйверов устройств. Он управляет выделением аппаратных ресурсов, распознает устройства и реагирует на их подключение и отключение. Диспетчер PnP и драйверы шин отвечают за загрузку соответствующего драйвера при обнаружении нового устройства.
- Диспетчер электропитания также взаимодействует с диспетчером ввода-вывода, управляет системой и драйверами устройств при их переходе в различные состояния энергопотребления.

- Процедуры поддержки Windows Management Instrumentation – (WMI) образуют компонент доступа WDM (Windows Driver Model) WMI. Они позволяют драйверам устройств выступать в роли компонентов доступа, взаимодействуя со службой WMI пользовательского режима.
- Реестр – это база данных, в которой хранится описание основных устройств, подключенных к системе, а также параметры инициализации драйверов и настройки конфигурации.
- INF-файлы используются для установки драйверов. Они связывают конкретное аппаратное устройство с драйвером, который и занимается управлением этим устройством.
- Уровень аппаратных абстракций (HAL) изолирует драйверы от специфических особенностей конкретной аппаратуры.

Драйверы устройств

Драйверы устройств являются загружаемыми модулями режима ядра (обычно это файлы с расширением `.SYS`). Драйверы образуют интерфейс между диспетчером ввода-вывода и соответствующим оборудованием. Эти драйверы выполняются в режиме ядра в одном из трех контекстов:

- в контексте пользовательского потока, инициировавшего функцию ввода-вывода;
- в контексте системного потока режима ядра;
- как результат прерывания.

В Windows 2000 драйверы не работают непосредственно с оборудованием — они вызывают функции HAL. Драйверы обычно пишутся на С или на С++, поэтому при грамотном использовании процедур HAL они легко переносятся между архитектурами, поддерживаемыми Windows 2000 на уровне исходного кода.

В Windows 2000 имеется несколько видов драйверов устройств:

- драйверы аппаратных устройств, управляющие (через HAL) оборудованием. Они получают от физического устройства или из сети данные ввода или записывают в данные вывода.

Таковыми драйверами являются драйверы шин, интерфейсов, устройств памяти и т. д.;

- драйверы файловой системы – это драйверы Windows 2000, обрабатывающие запросы на файловый ввод-вывод и транслирующие их в запросы ввода-вывода для конкретных устройств;
- драйверы фильтра файловой системы, которые отвечают за шифрование дисков, перехват ввода-вывода и дополнительную обработку информации перед передачей ее на следующий уровень;
- сетевые редиректоры и серверы, которые передают запросы файловой системы на ввод-вывод другим компьютерам в сети и принимают от них аналогичные запросы;

- драйверы протоколов, реализующие сетевые протоколы NCP/IP, IPX/SPX;
- драйверы потоковых фильтров ядра, предназначенные для обработки потоковых данных, например, при записи и воспроизведении аудио и видеоинформации.

В Windows 2000 введена поддержка Plug and Play (PnP) и энергосберегающие технологии, а также расширена модель драйверов Windows NT, называемая Windows Driver Model (WDM). Windows 2000 может работать и с драйверами, унаследованными от Windows NT, но в этом случае не будет Plug and Play и энергосберегающих технологий.

С точки зрения WDM существует три типа драйверов:

- Драйвер шины (Bus Driver), обслуживающий контроллер шины, адаптер или другие устройства. Для каждого типа шины (PCI, USB) в системе имеется свой драйвер. Для поддержки новых шин (VMEbus, Multibus, Futurebus) используются драйверы сторонних разработчиков.
- Функциональный драйвер (Function Driver) – основной драйвер устройства, предоставляющий его функциональный интерфейс. Функциональный драйвер обладает наиболее полной информацией о своем устройстве. Обычно только этот драйвер имеет доступ к специфическим регистрам устройства.



- Драйвер фильтра (Filter Driver) поддерживает дополнительную функциональность устройства (или драйвера) или изменяет запросы ввода-вывода и ответы на них от других драйверов. Такие драйверы не обязательны. Их может быть несколько. Эти драйверы могут работать на более высоком уровне, чем функциональный драйвер или драйвер шины.

В среде WDM драйвер шины информирует диспетчер PnP об устройствах, подключенных к шине, а функциональный драйвер управляет устройством.

В Windows 2000, как и во всех операционных системах семейства NT драйверы бывают следующих типов:

- Драйверы режима ядра (Kernel mode drivers). Основной тип драйвера.
- Графические драйверы (Graphics drivers). Драйверы видеокарт. Обычно они создаются одновременно с самой видеокартой.
- Мультимедийные драйверы (Multimedia drivers). Драйверы для: аудиоустройств – считывание, воспроизведение и сжатие аудиоданных; устройств работы с видео – захват и сжатие видеоданных; позиционных устройств – джойстики, планшеты и пр.

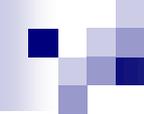
- Сетевые драйверы (Network drivers) – работа с сетью и сетевыми протоколами на всех уровнях.

– Virtual DOS Drivers – драйверы для виртуальных машин MS-DOS.

Существует три типа драйверов ядра, каждый тип имеет четко определенные структуру и функциональность.

– Драйверы устройств (Device drivers), такие как драйвер клавиатуры или дисковый драйвер, напрямую общающийся с дисковым контроллером. Эти драйвера также называются драйверами низкого уровня, т. к. они находятся в самом низу цепочки драйверов Windows NT.

– Промежуточные драйверы (Intermediate drivers), такие как драйвер виртуального диска. Они используют драйверы устройств для обращения к аппаратуре.



— Драйверы файловых систем (File system drivers).
Драйверы файловых систем, таких как FAT, NTFS, CDFS, для доступа к аппаратуре используют промежуточные драйверы и драйверы устройств.

Вопросы к лекции

- 1 Какова архитектура Windows XP/2000?
- 2 Какие типы пользовательских процессов существуют в Windows XP/2000?
- 3 Какие компоненты режима ядра включает Windows XP/2000?
- 4 Какие существуют подсистемы окружения Windows XP/2000?
- 5 Для чего предназначен модуль Ntdll.dll?
- 6 Какие функции входят в состав исполнительной системы?
- 7 Из каких компонентов состоит исполнительная система?
- 8 Для чего предназначено ядро?
- 9 В чем назначение уровня аппаратных абстракций?
- 10 Из каких компонентов состоит подсистема ввода/вывода?
- 11 Какие виды драйверов устройств существуют в Windows XP/2000?