МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Лекция № 2

Тема 1: Архитектура ОС

по курсу **"Операционные системы"**

Тема лекции: Архитектура Windows-подобных операционных систем

Лектор:
Доцент кафедры ИС
кандидат технических наук, доцент
Голубничий Дмитрий Юрьевич

УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Архитектура ОС Windows.

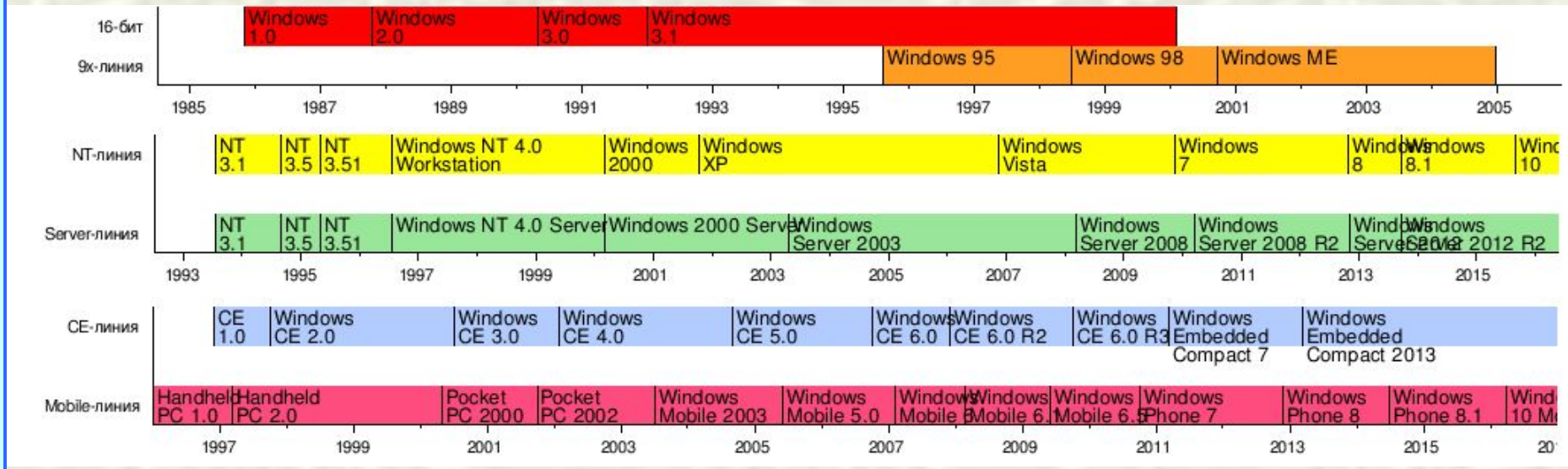
2. Архитектура ОС ReactOS.


КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
ІС
ХНЕУ

Windows

Эмблема Microsoft Windows

Последние 20 лет Windows — самая популярная (**90 %**) операционная система на рынке персональных компьютеров. Операционные системы Windows работают на платформах x86, x86-64, ARM, IA-64 (server). Существовали также версии для DEC Alpha, MIPS и PowerPC.



История Windows

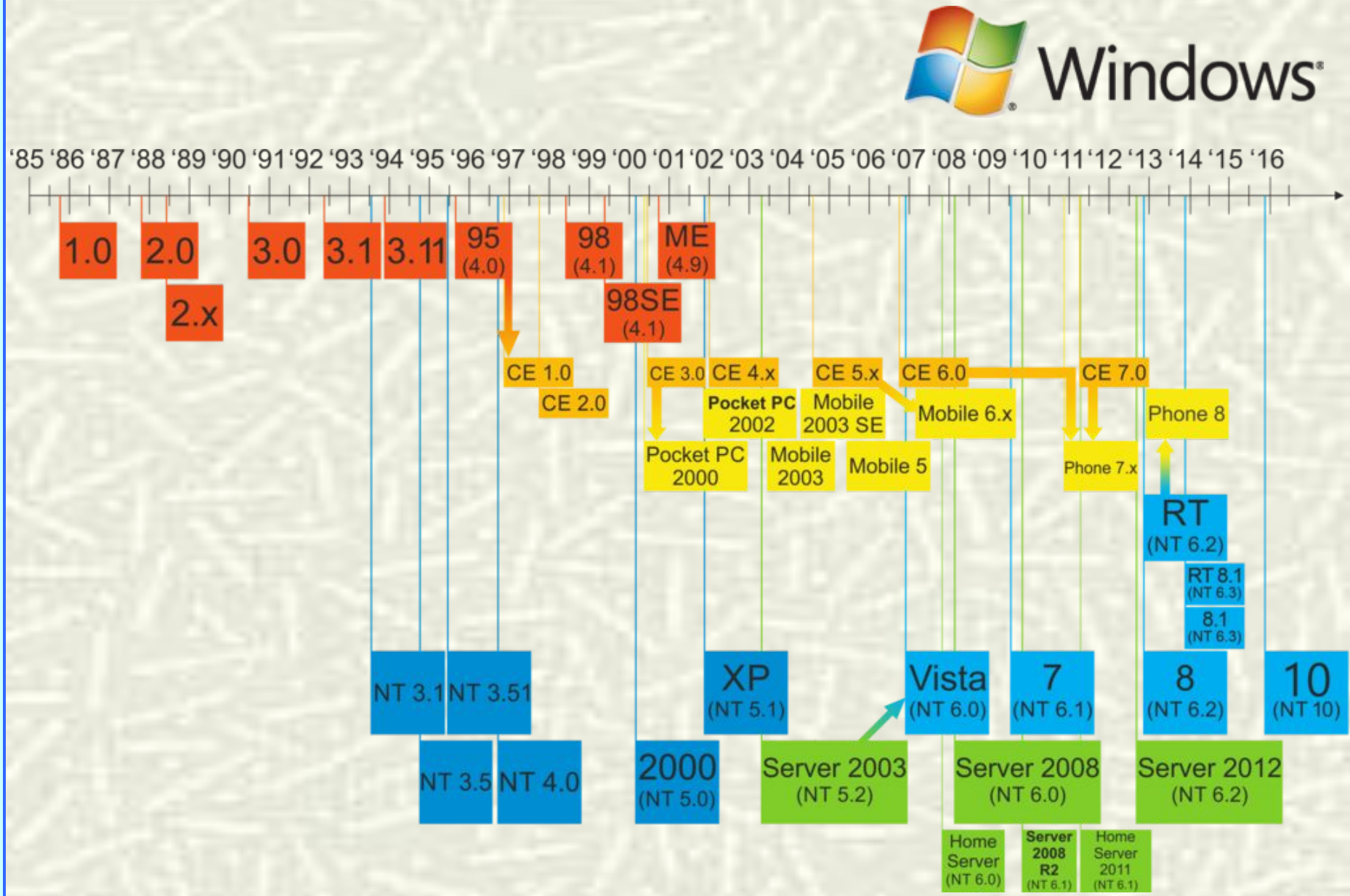


График выхода и поддержки Windows

Клоны Windows

- 1.x (ноябрь 1985)
  - Версия 1.0
  - Версия 1.03
  - 2.x (ноябрь 1987)
    - Версия 2.0
- 3.x (май 1990)
  - Версия 3.0
  - Версия 3.1 (ноябрь 1992)
  - Версия 3.11 (for Workgroups)
- NT 3.x (июль 1993)
  - Версия NT 3.1
  - Версия 3.5 (сентябрь1994)
  - Версия 3.51 (май 1995)
- 9x (август 1995)
  - Версия 95
  - Версия 95 OSR2
  - Версия 98 (июнь 1998)
  - Версия Me (сентябрь 2000)
- NT 4.x (июль 1996)
  - Версия NT 4.0
- **2000** (NT 5.0) (февраль 2000)
  - Professional
  - Server
  - Advanced Server
  - DataCenter
- **XP** (NT 5.1) (октябрь 2001)
  - Home Edition
  - Professional
  - Media Center Edition
  - Starter Edition
  - Professional x64 Edition
- **2003** (NT 5.2) (апрель 2003)
  - Web Edition
  - Standard Edition
  - Enterprise Edition
  - Datacenter Edition
- **Vista** (NT 6.0) (ноябрь 2006)
  - Starter
  - Home Basic
  - Home Premium
  - Business
  - Enterprise
  - Ultimate
- **Server 2008** (NT 6.0)
  - Standard
  - Enterprise
  - Datacenter
  - Web Server
  - Storage Server
  - Server 2008 R2 (NT 6.1)
- **Windows 7** (NT 6.1) (2009)
  - Starter
  - Home Basic
  - Home Premium
  - Professional
  - Enterprise
  - Ultimate
- **Home Server** (NT 6.1) (2011)
- **Windows 8** (NT 6.2) (2012)
  - Professional
  - Enterprise
- **Server 2012** (NT 6.2) (2012)
  - Foundation
  - Essentials
  - Standard
  - Datacenter
- **Windows 8.1** (NT 6.3) (2013)
- **Server 2012 R2** (NT 6.3) (2013)
- **Windows 10** (NT 10) (2015)
  - Home
  - Professional
  - Enterprise
- **Windows Server 2016** (NT 10) (2016)
  - Standard
  - Datacenter

– 16-ти разрядные ОС

– 32-ти разрядные ОС с поддержкой 16-ти разрядности

– 32-ти разрядные ОС

– 64-ти разрядные ОС

– 32-ти и 64-ти разрядные ОС

Совместимость – возможность операционной системы выполнять приложения, разработанные для других операционных систем.

Виды совместимости:

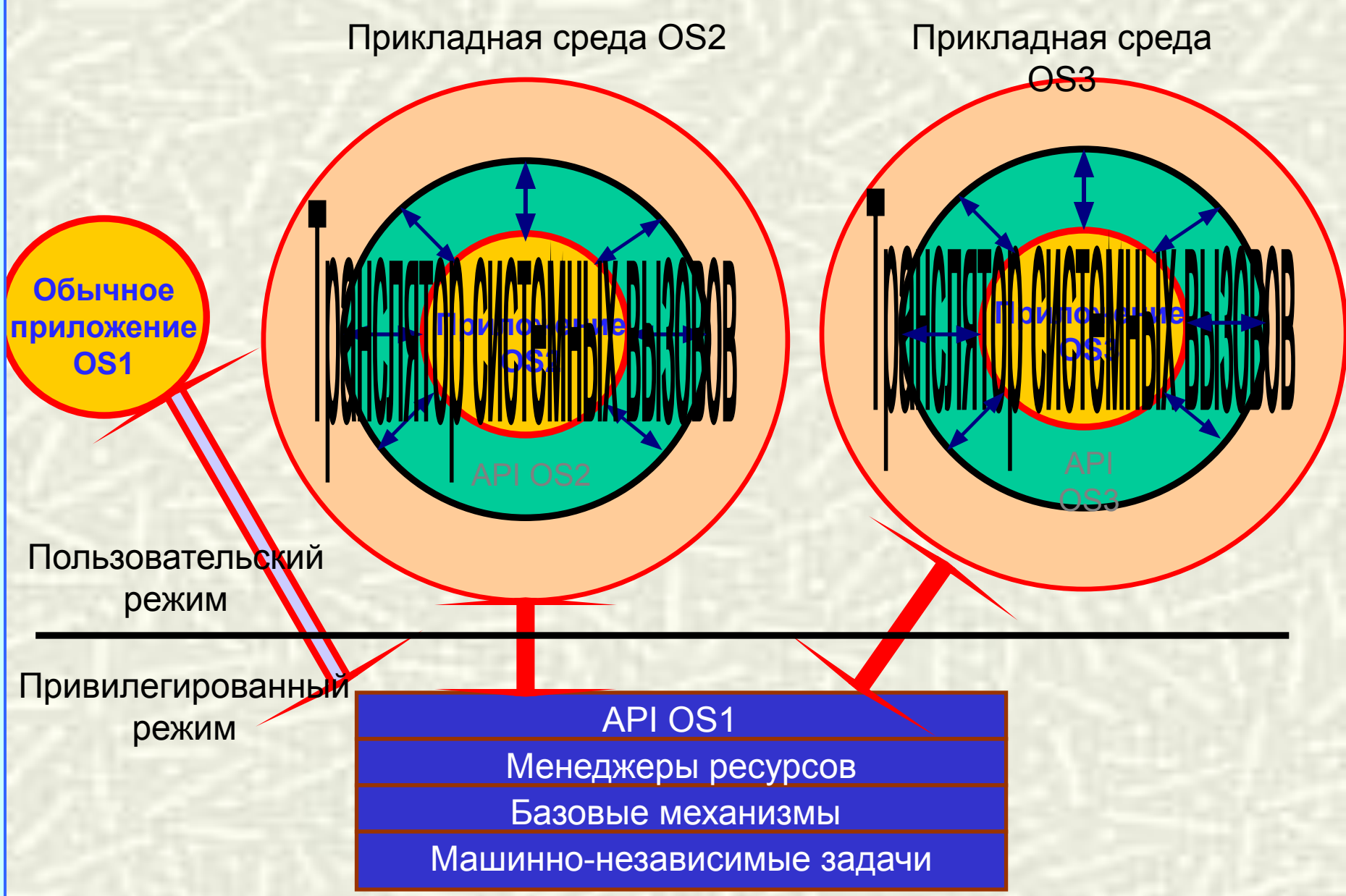
1. На двоичном уровне (уровень исполняемой программы).
2. На уровне исходных текстов (уровень исходного модуля).

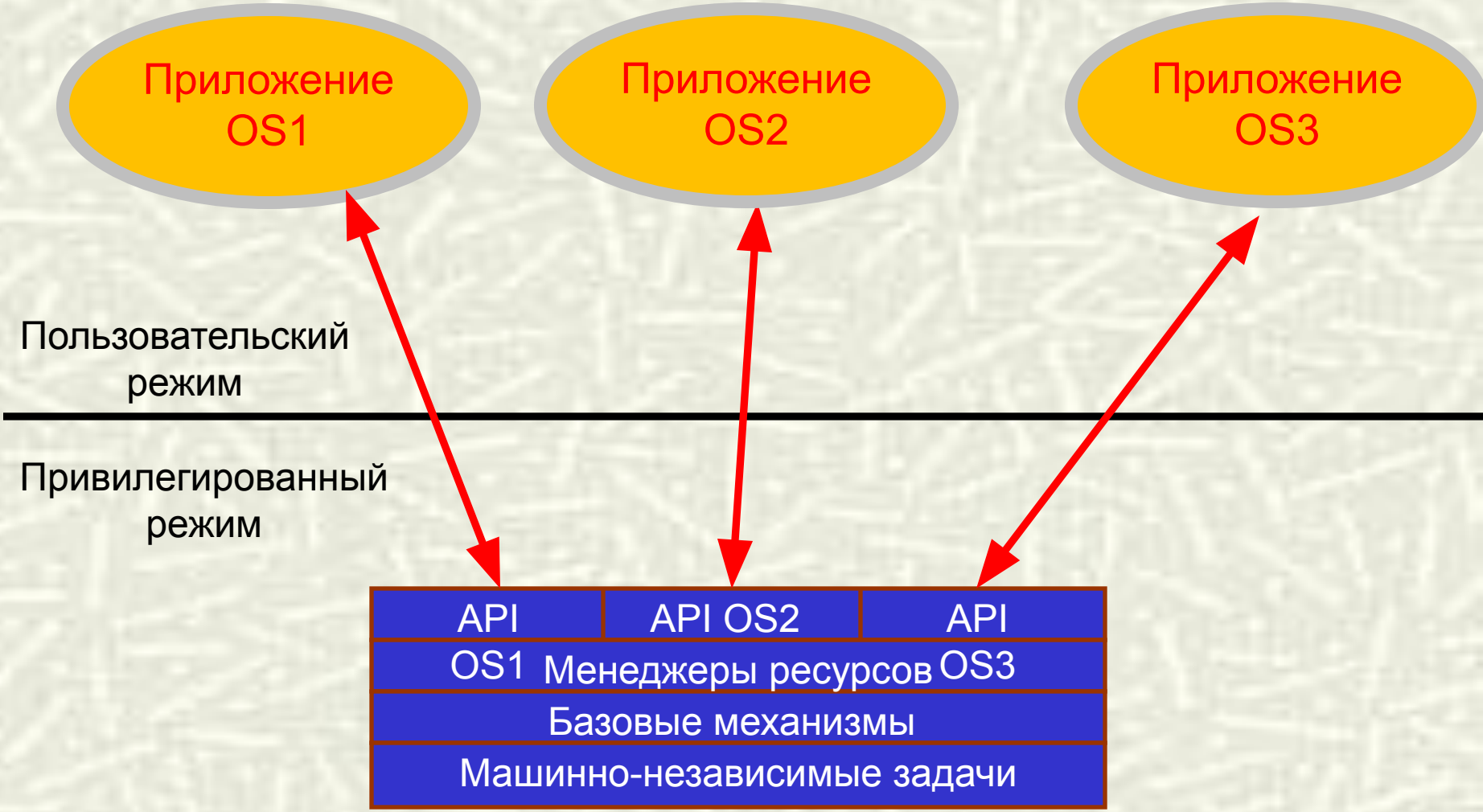
Вид совместимости определяется:

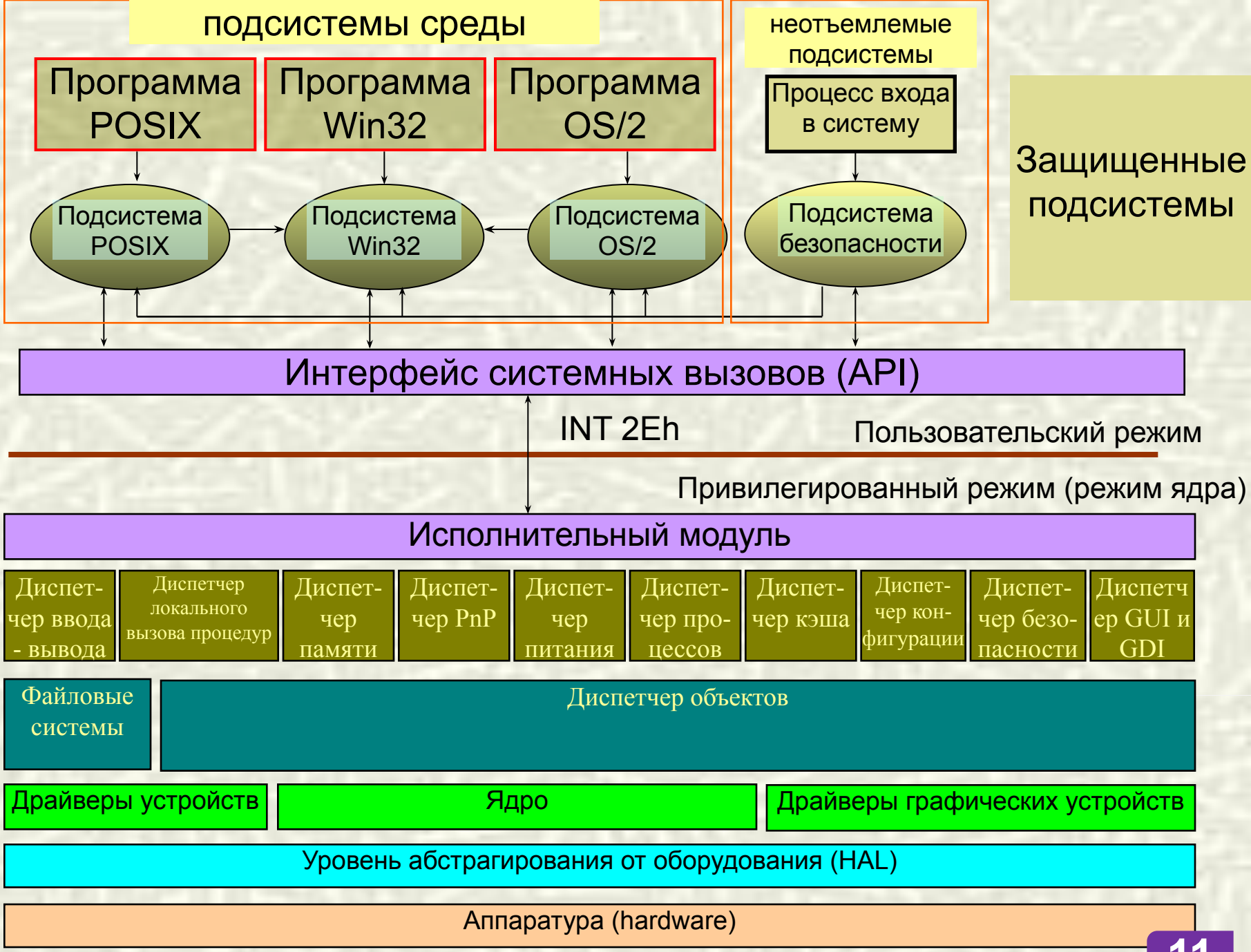
1. Архитектурой центрального процессора.
2. Интерфейсом прикладного программирования (API).
3. Внутренней структурой исполняемого файла.
4. Наличием соответствующих компиляторов и библиотек.

Способы достижения совместимости:

1. Эмуляция двоичного кода.
2. Трансляция библиотек.
3. Создание множественных прикладных сред различной архитектуры.

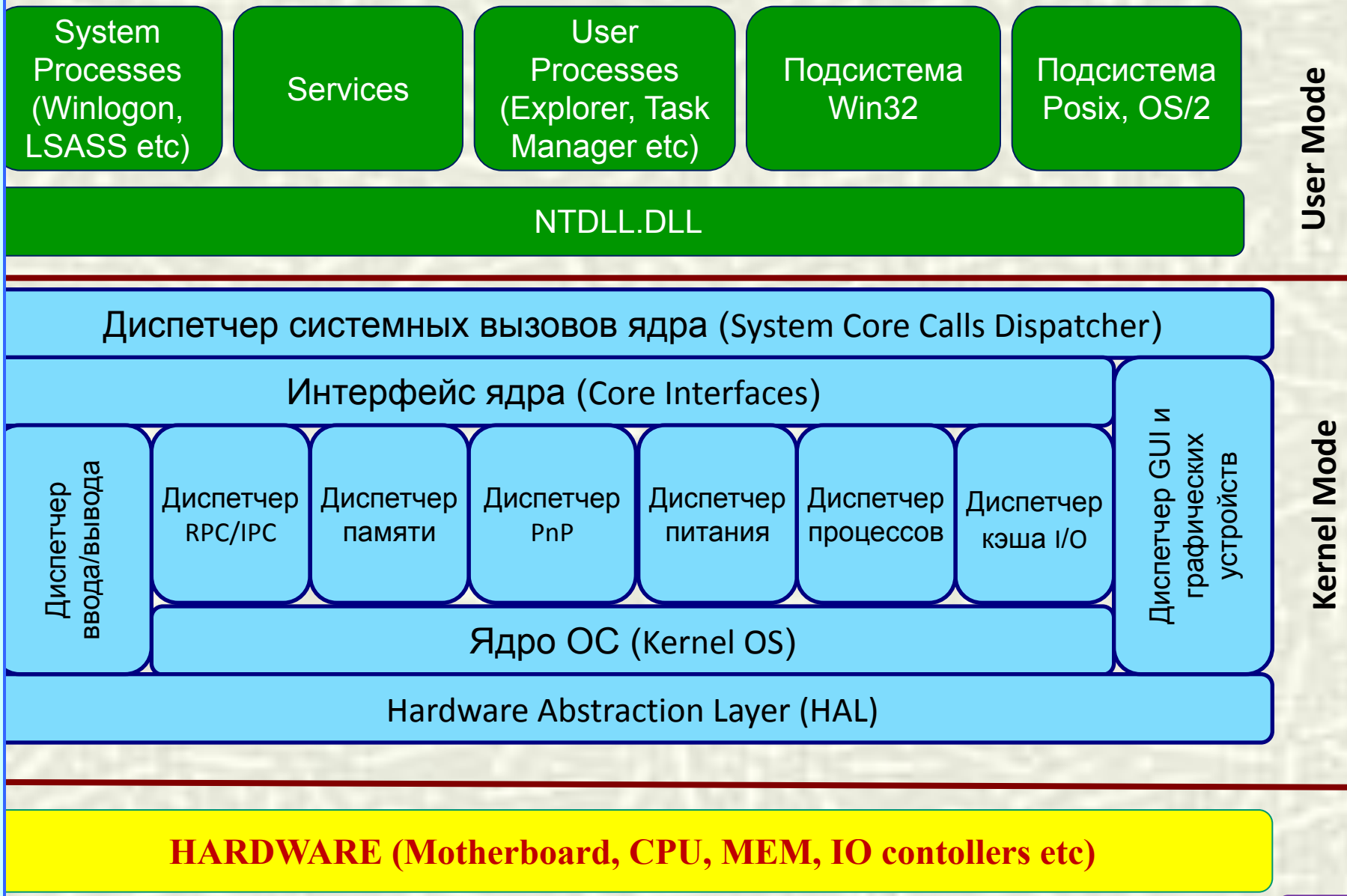

Прикладная среда OS2
Прикладная среда OS3
Обычное приложение OS1
Транслятор системных вызовов
Приложение OS2
API OS2
Транслятор системных вызовов
Приложение OS3
API OS3
Пользовательский режим
Привилегированный режим
API OS1
Менеджеры ресурсов
Базовые механизмы
Машинно-независимые задачи


Приложение OS1
Приложение OS2
Приложение OS3
Пользовательский режим
Привилегированный режим
API
API OS2
API
OS1
Менеджеры ресурсов
OS3
Базовые механизмы
Машинно-независимые задачи

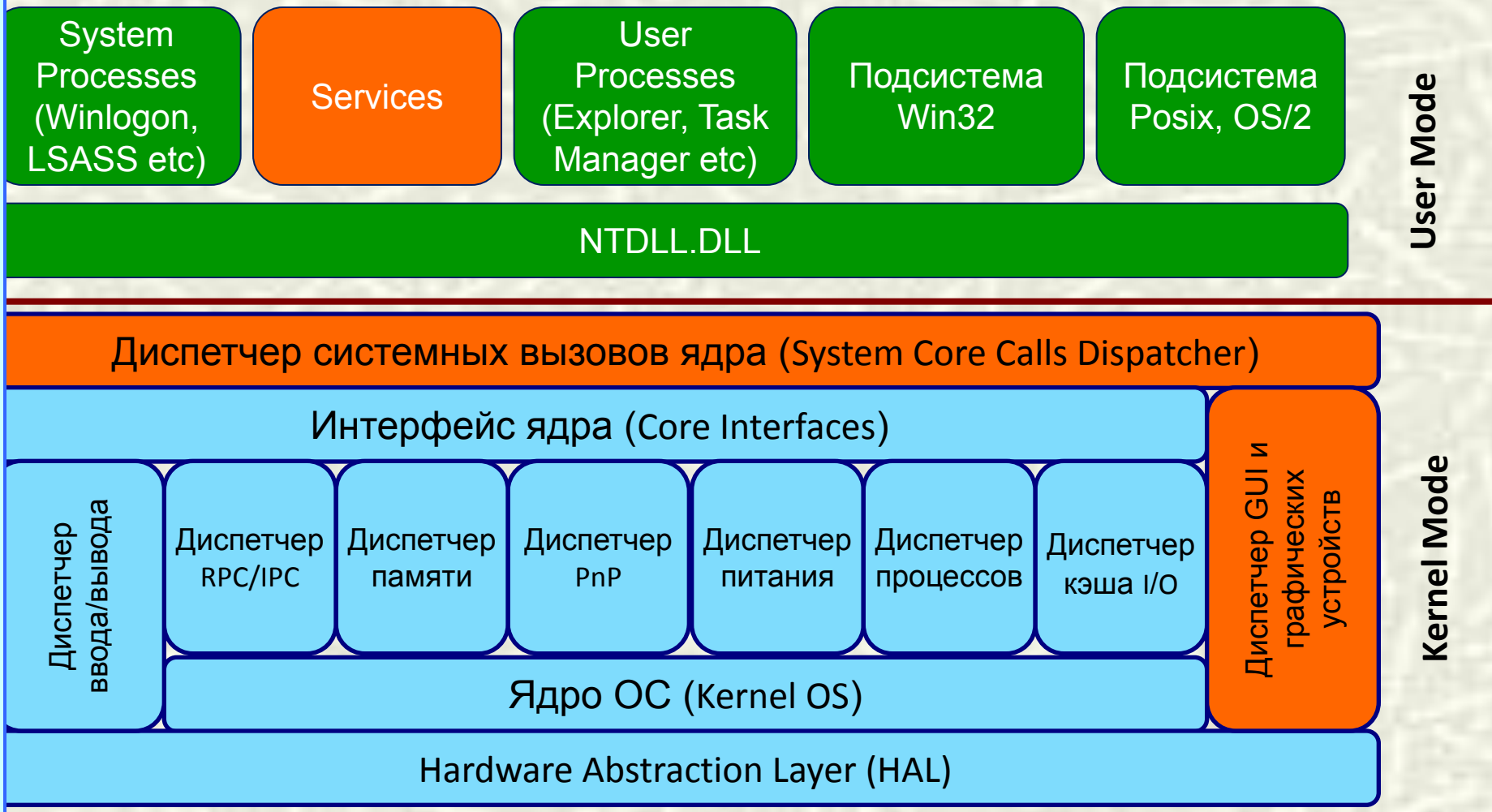


Архитектура Windows

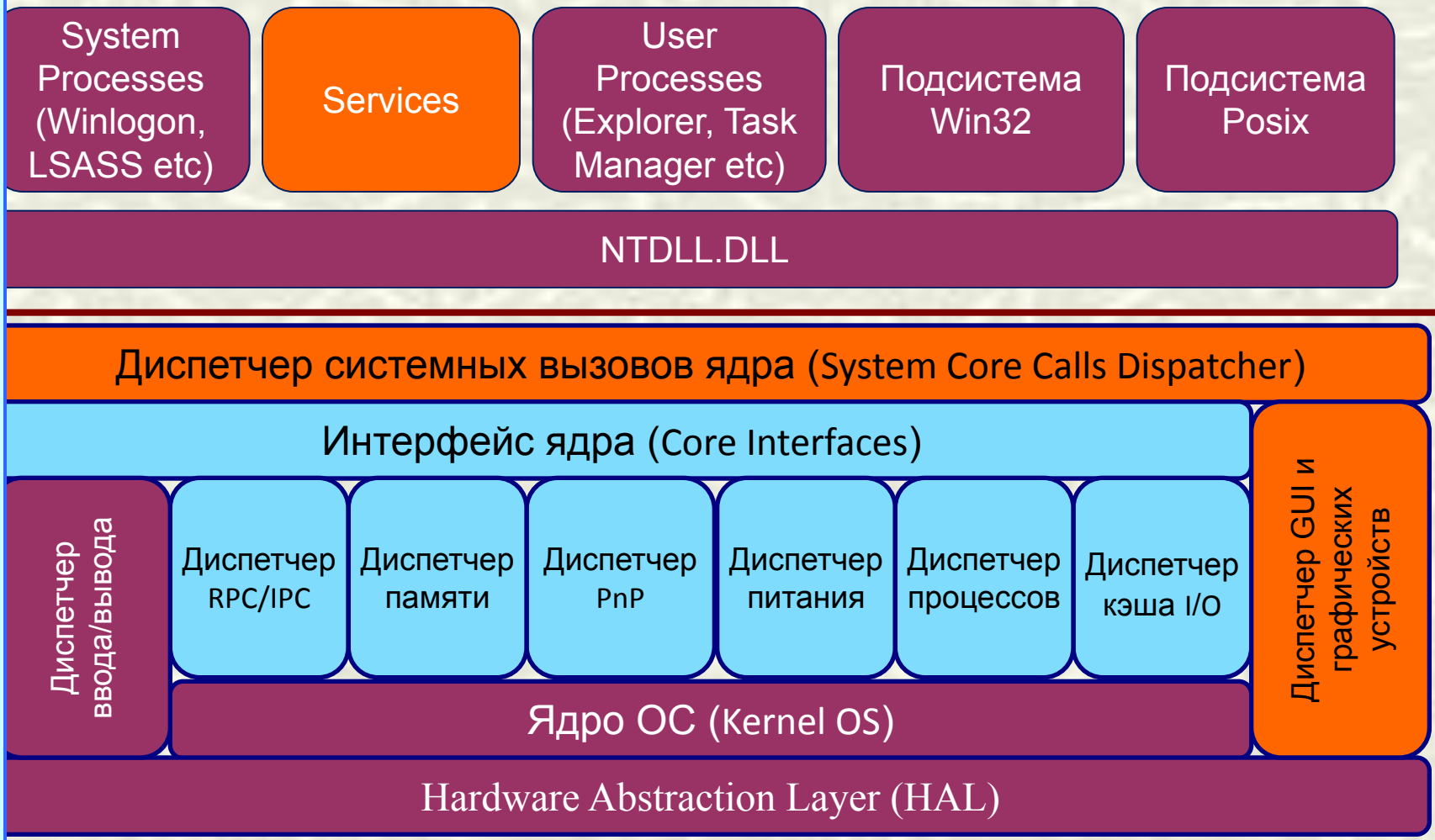
Архитектура Windows 2000



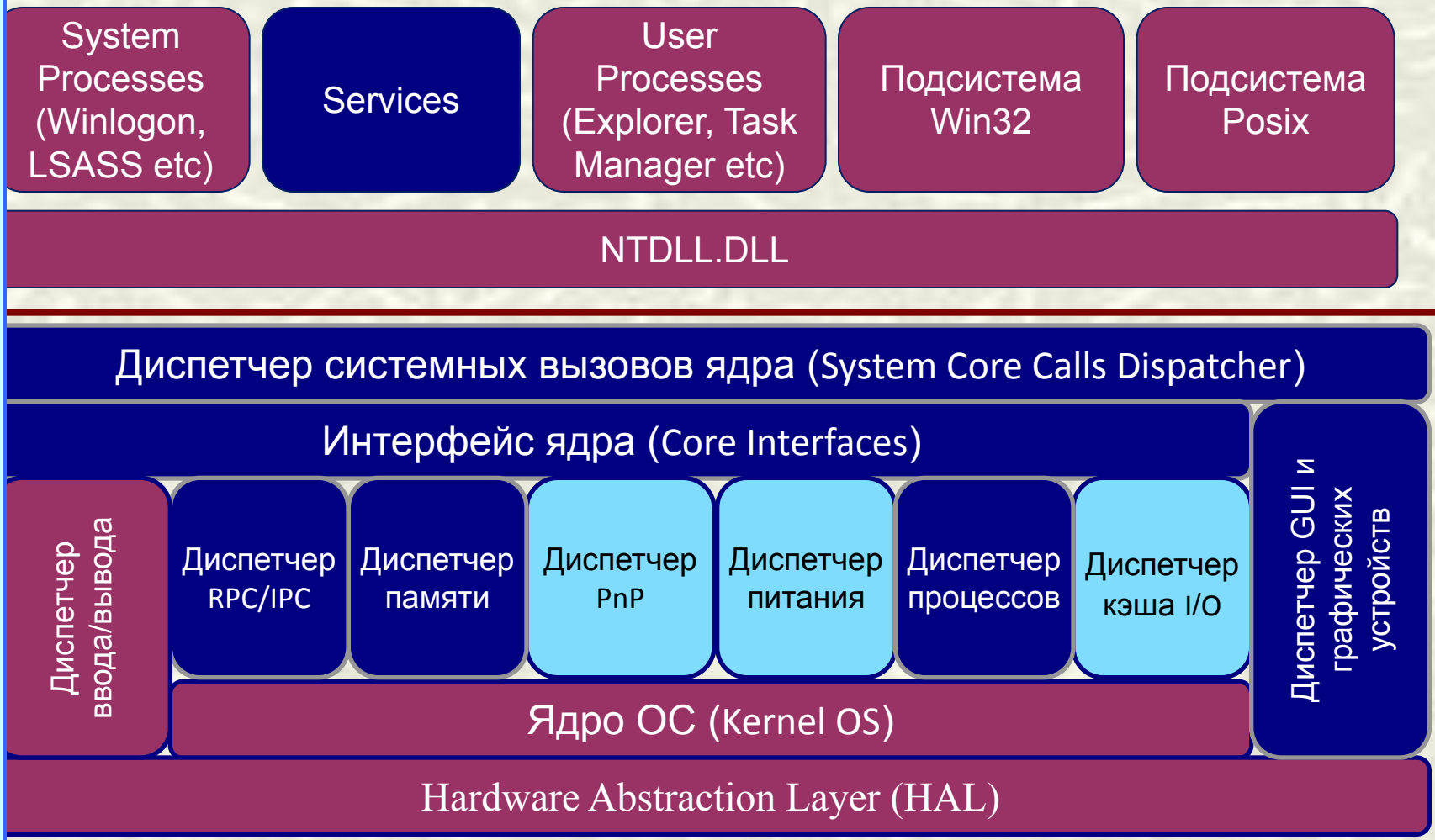
Архитектура Windows XP/ Windows Server 2003



Архитектура Windows Vista / Windows Server 2008



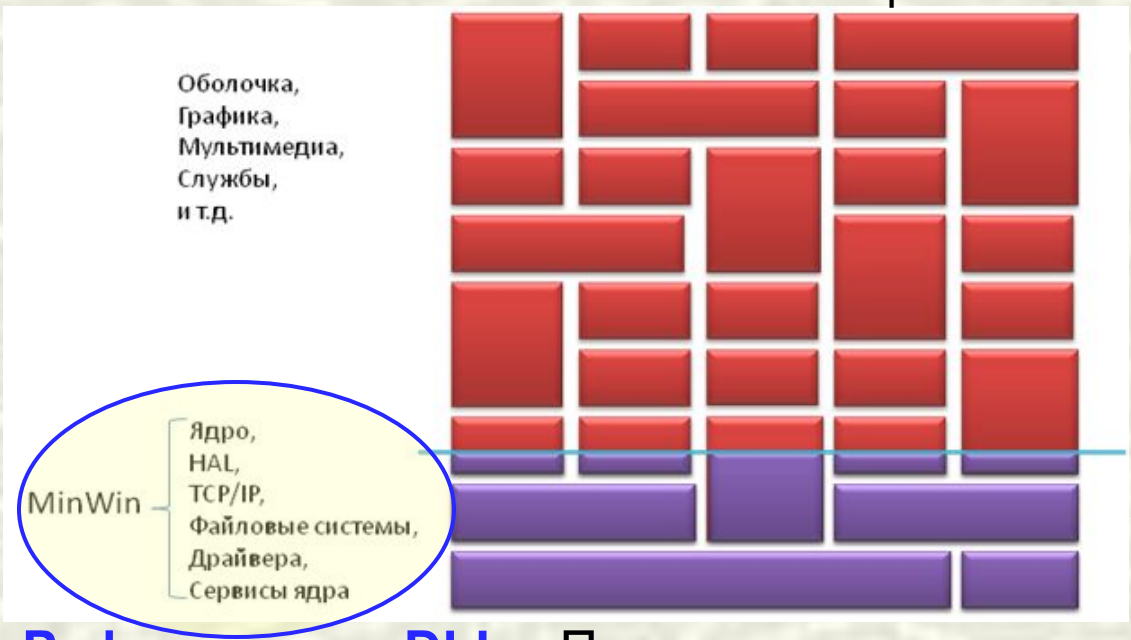
Архитектура Windows 7 (10) / Windows Server 2008 R2



Архитектура Windows 7/ Windows Server 2008 R2

MinWin – минималистическая операционная система, состоящая лишь из ядра Windows и нескольких компонентов, таких как драйвера устройств, драйвера файловой системы, компоненты стека TCP/IP.

Wow64 – необязательная компонента режима Server Core



"NT Дэвида Катлера"

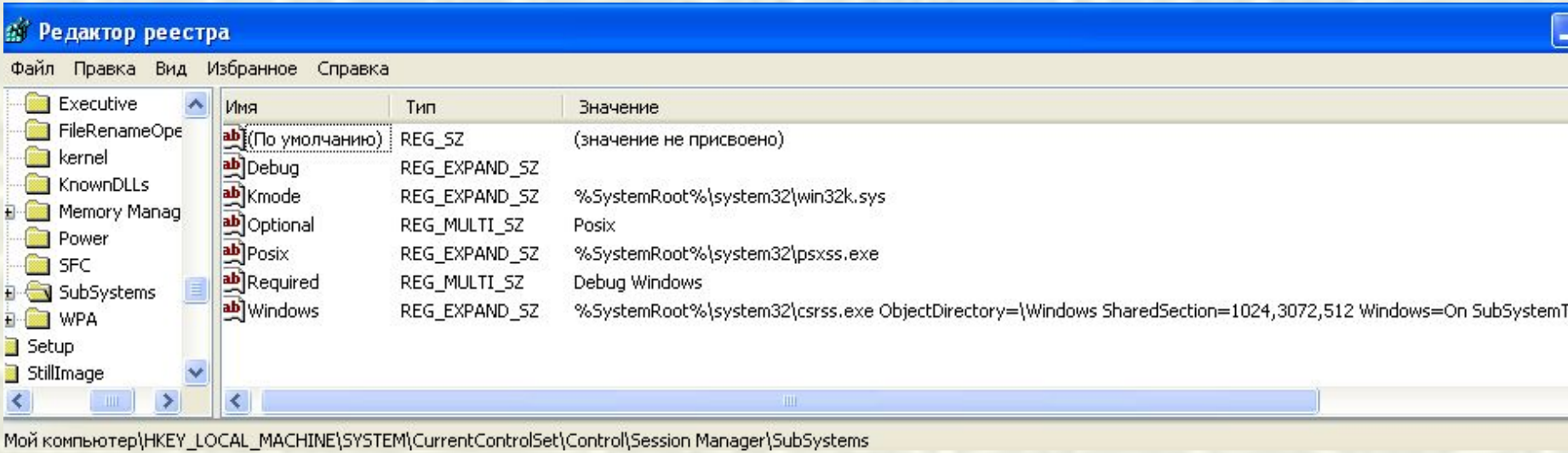
Размеры MinWin:

✔150 файлов,
✔25MB на HDD,
✔40MB в RAM

Рефакторинг DLL. Приложения за пределами MinWin используют обычные DLL. DLL перенаправляет запросы к MinWin API в MinWin DLL.

Пример: Kernel32.dll -> Kernelbase.dll
Advapi32.dll -> Kernelbase.dll

Стартовая информация защищенных подсистем хранится в разделе реестра:
HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Control\Session Manager\SubSystems.



Required – список подсистем, загружаемых при запуске системы.

Windows – указывается спецификация файла подсистемы Windows - csrss.exe

Debug остается незаполненным. Он используется для внутреннего тестирования и не выполняет никаких функций.

Optional указывает , что подсистемы OS/2 и POSIX запускаются по требованию

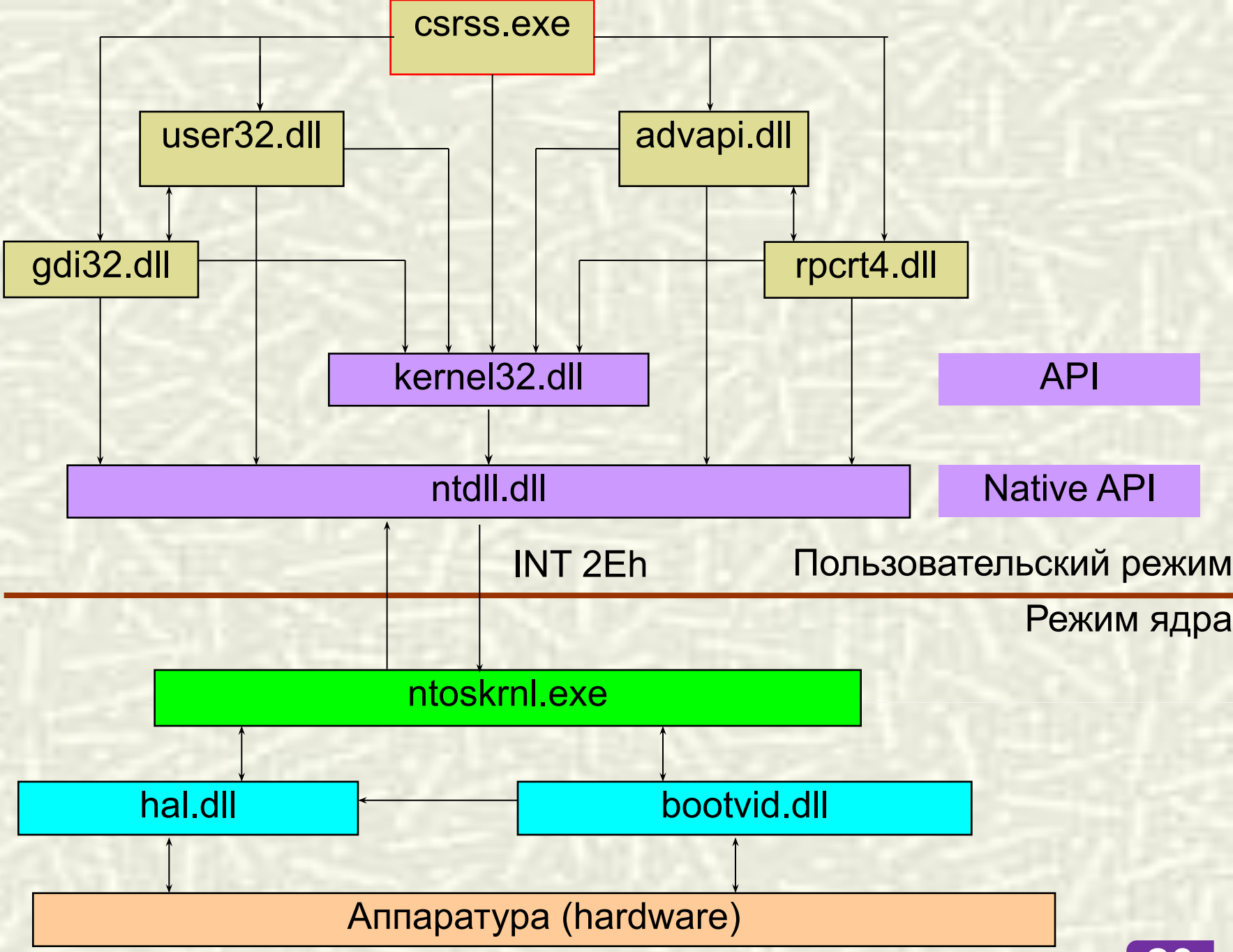
Posix указывается спецификация файла подсистемы POSIX, psxss.exe

Kmode содержит имя файла той части подсистемы Windows, которая работает в режиме ядра, - win32k.sys

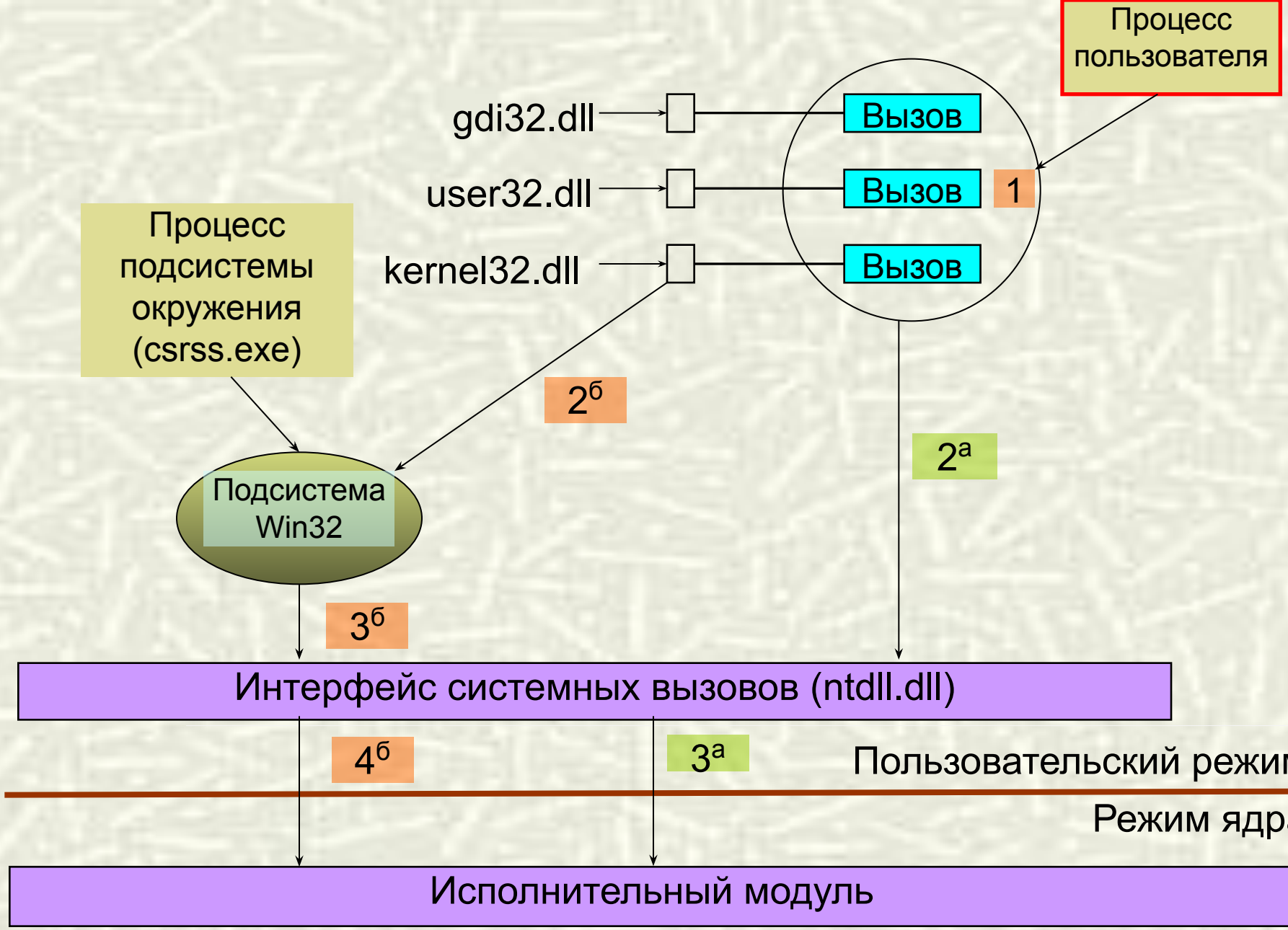
№ п/п	Подсистема исполнительной системы	Предназначение
1.	**Диспетчер Объектов** (Object Manager)	Управляет всеми известными операционной системе объектами (потоки, файлы, каталоги, семафоры, таймеры и т.д.), а также глобальным пространством имен.
2.	**Диспетчер Ввода/Вывода** (I/O Manager)	Служит интерфейсом между прикладными программами и драйверами устройств. Выступает каркасом для управления устройствами ввода/вывода и предоставляет общие службы ввода/вывода.
3.	**Диспетчер Процессов** (Process Structure)	Управляет процессами и потоками, включая их создание и завершение. Занимается не стратегиями, применяемыми по отношению к процессам, а механизмом для управления ими.
4.	**Диспетчер Виртуальной Памяти** (Virtual Memory Manager)	Определяет адресное пространство процесса и распределяет физическую память. Реализует архитектуру виртуальной памяти со страничной подкачкой по требованию ОС.
5.	**Диспетчер Кэша** (Cache Manager)	Реализует глобальный файловый кэш. Хранит блоки данных, которые использовались в последнее время, для ускорения доступа к ним.
6.	**Диспетчер Безопасности** (Security Reference Manager)	Реализует модель безопасности на основе **Идентификаторов Безопасности** (SID) и **Списков Разграничительного Контроля Доступа** (Discretionary Access Control List - DACL). Реализует механизмы безопасности, удовлетворяющие требованиям класса C2 Оранжевой книги Министерства обороны США

Подсистемы Исполнительной Системы Windows и их предназначение

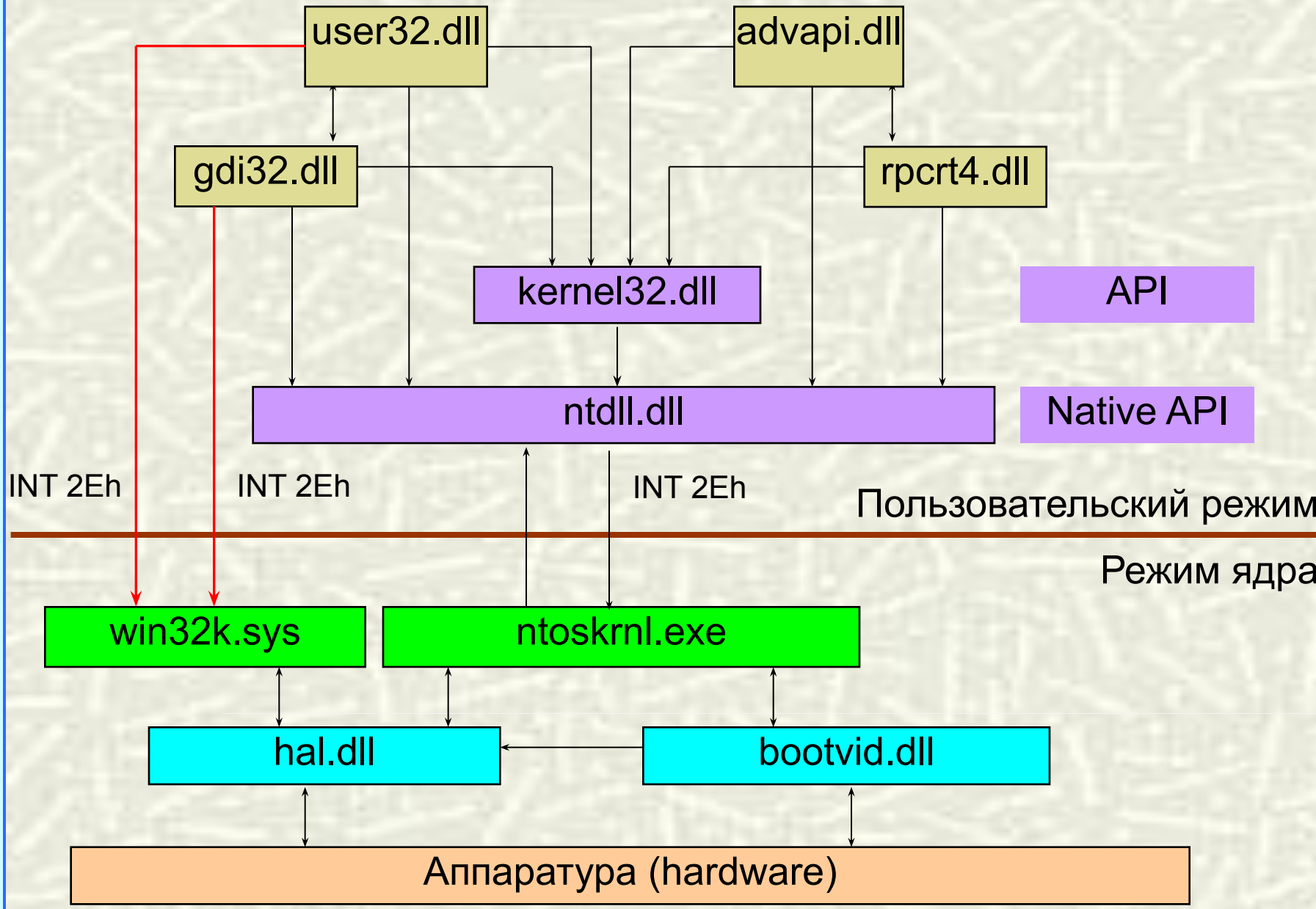
№ п/п	Подсистема исполнительной системы	Предназначение
7.	**Диспетчер Plug-and-Play** (Plug-and-Play Manager)	Уведомляет драйверы устройств о включении/отключении новых устройств. Для некоторых устройств проверка производится при загрузке системы, для других в произвольное время.
8.	**Диспетчер Электропитания** (Power Manager)	Контролирует состояние электропитания компьютера. Выключает монитор и диски, при отсутствии обращения к ним.
9.	**Диспетчер Конфигурации** (Configuration Manager)	Управляет Реестром. Добавляет новые записи и организует работу с ключами.
10.	**Средство Вызова Локальных Процедур** (Local Procedure Call - LPC) Facility)	Обеспечивает высокоэффективное взаимодействие между процессами и их подсистемами. Применяется при критичном выполнении системных вызовов, когда не используются стандартные **механизмы межпроцессного взаимодействия** (IPC)
11.	**Поддержка среды Win32** (Win32 Support)	Реализует Win32-функции обмена сообщениям, окнами и рисования. Реализует интерфейс графических устройств (GDI).
12.	**Исполнительный модуль** (Executive Support)	Реализует управление очередями, системной областью памяти, обеспечивает системные рабочие потоки, а также предоставлении интерфейса к исполняющей системе.



Взаимосвязи системных модулей



Различные маршруты выполнения вызов Win32 API



Зависимости системных модулей, включая win32k.sys

Программная заглушка

Приложение:
Запрос на создание/открытие файла
CreateFile()

Kernel32.dll:
Вызов NtCreateFile()

ntdll.dll:
Вызов системного сервиса

INT 2Eh

```
NtCreateFile()
moveax, 20h
leaedx, [esp+4]
int2Eh
ret2Ch
```

Пользовательский режим

Режим ядра

Обработчик ловушки

Диспетчер системных сервисов

Таблица дескрипторов системных сервисов

0x0020

Системный сервис создания/открытия файла

Пример вызова системного сервиса для создания файла

2. Архитектура ОС ReactOS

ReactOS — **международный проект** свободной и бесплатной операционной системы с открытым кодом. ReactOS не является точным клоном Windows, но операционной системой, совместимой с приложениями и драйверами Microsoft Windows (сейчас это Windows NT версии 5.x и выше — Windows 2000 и далее).

Разработчик	ReactOS Foundation
Семейство ОС	Windows NT
Последняя версия	0.4.10– 06 ноября 2018
Поддерживаемые платформы	x86, x86-64
Тип ядра	Гибридное ядро
Лицензия	GNU General Public License и др.
Состояние	Альфа-версия

Логотип операционной системы ReactOS

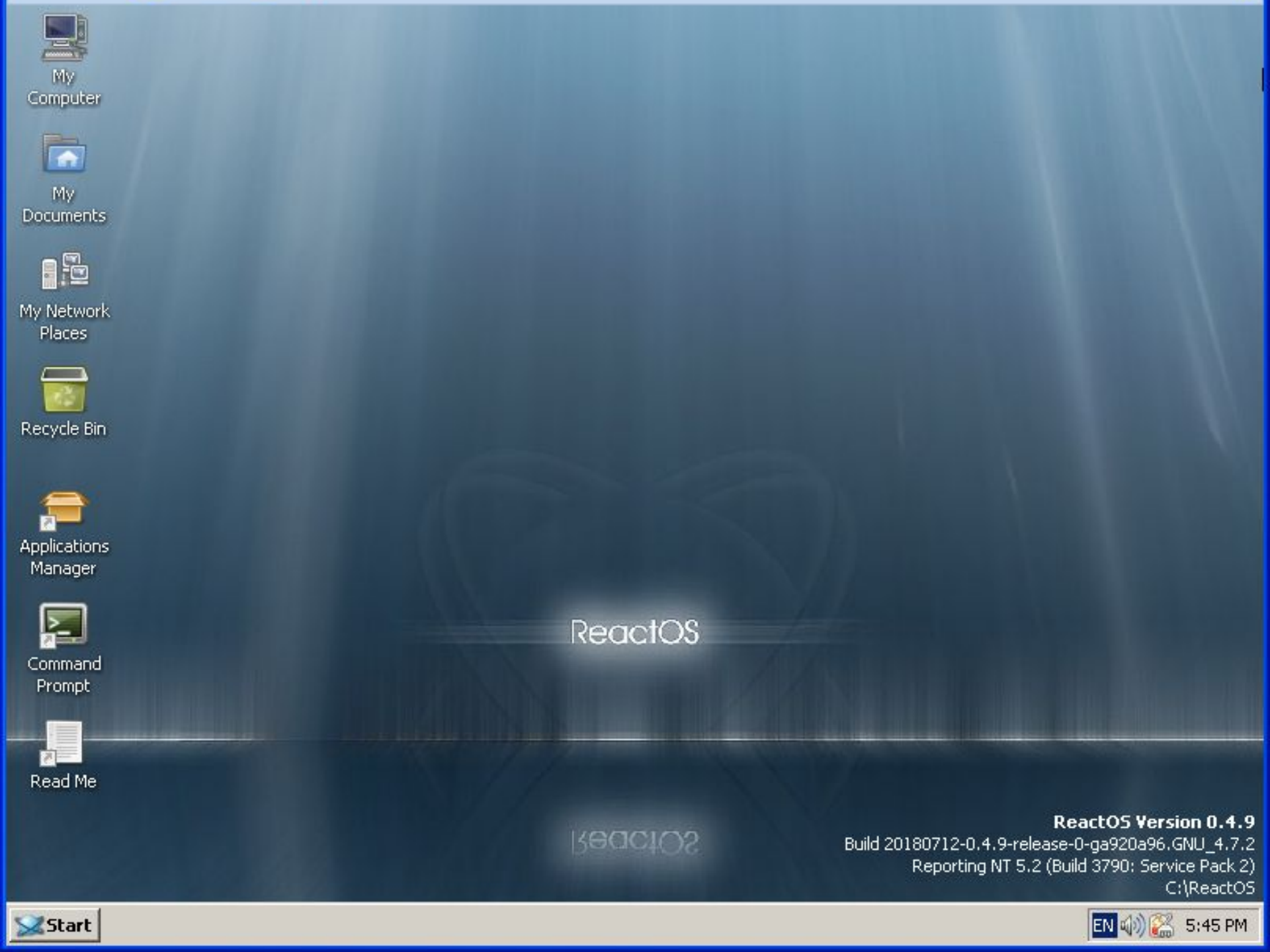
Для отстаивания интересов проекта был создан фонд “ReactOS Deutschland e.V.”, расположенный в Германии.

ИСТОРИЯ REACTOS

v.0.0.7	v.0.1.0	v.0.2.0	v.0.3.0	v.0.3.5
1998 20 июль	2003 февраль	2004 январь	2006 август	2008 июнь

v.0.3.7	v.0.3.9	v.0.3.11	v.0.3.13	v.0.3.15	v.0.3.17
2008 ноябрь	2009 апрель	2009 декабрь	2011 март	2013 май	2014 ноябрь

v.0.4.0	v.0.4.4	v.0.4.7	v.0.4.8	v.0.4.10
2016 февраль	2017 февраль	2017 декабрь	2018 апрель	2018 ноябрь

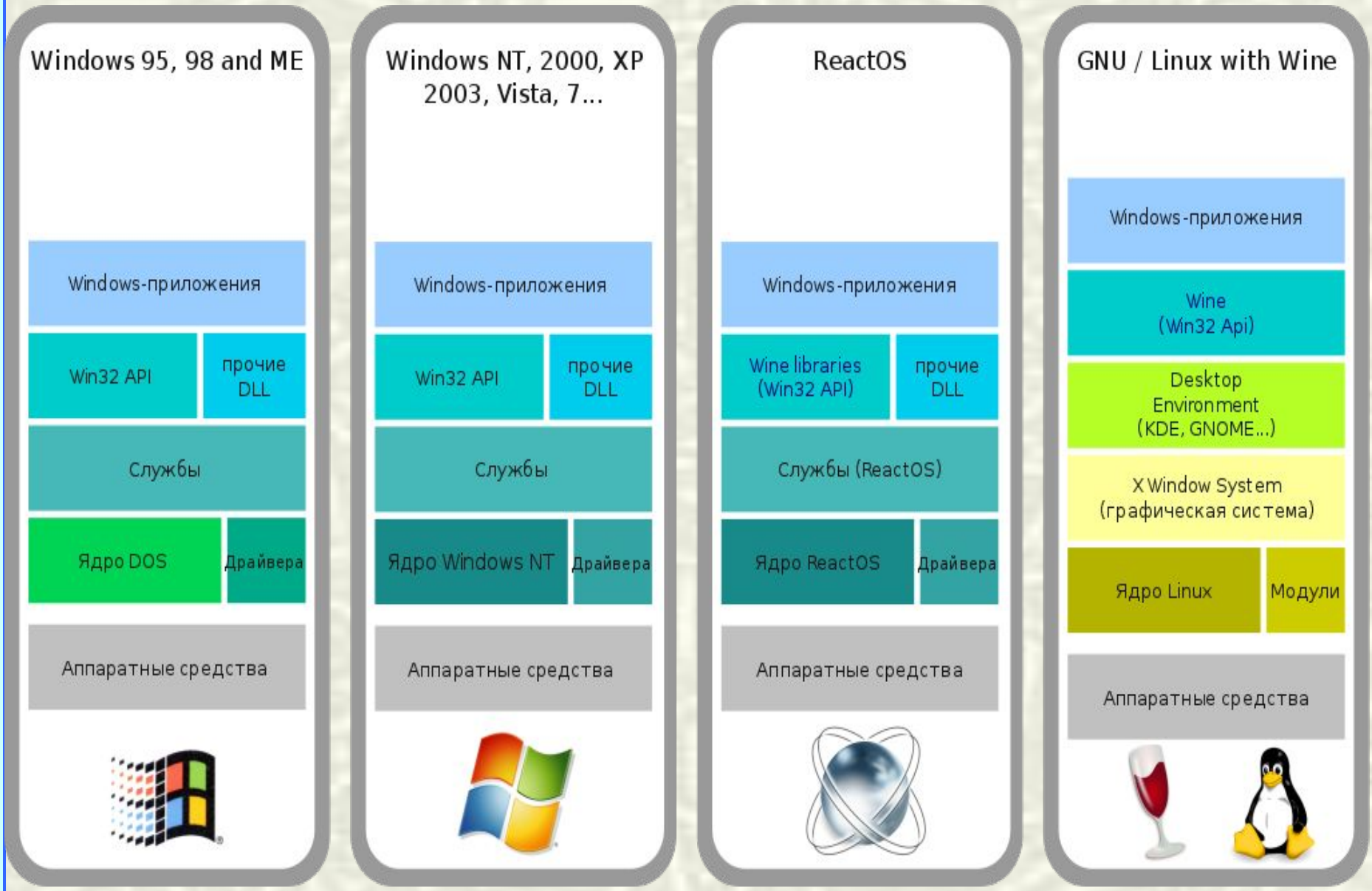

My Computer
My Documents
My Network Places
Recycle Bin
Applications Manager
Command Prompt
Read Me
ReactOS
ReactOS Version 0.4.9
Build 20180712-0.4.9-release-0-ga920a96.GNU_4.7.2
Reporting NT 5.2 (Build 3790: Service Pack 2)
C:\ReactOS
Start
EN
5:45 PM

ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ REACTOS

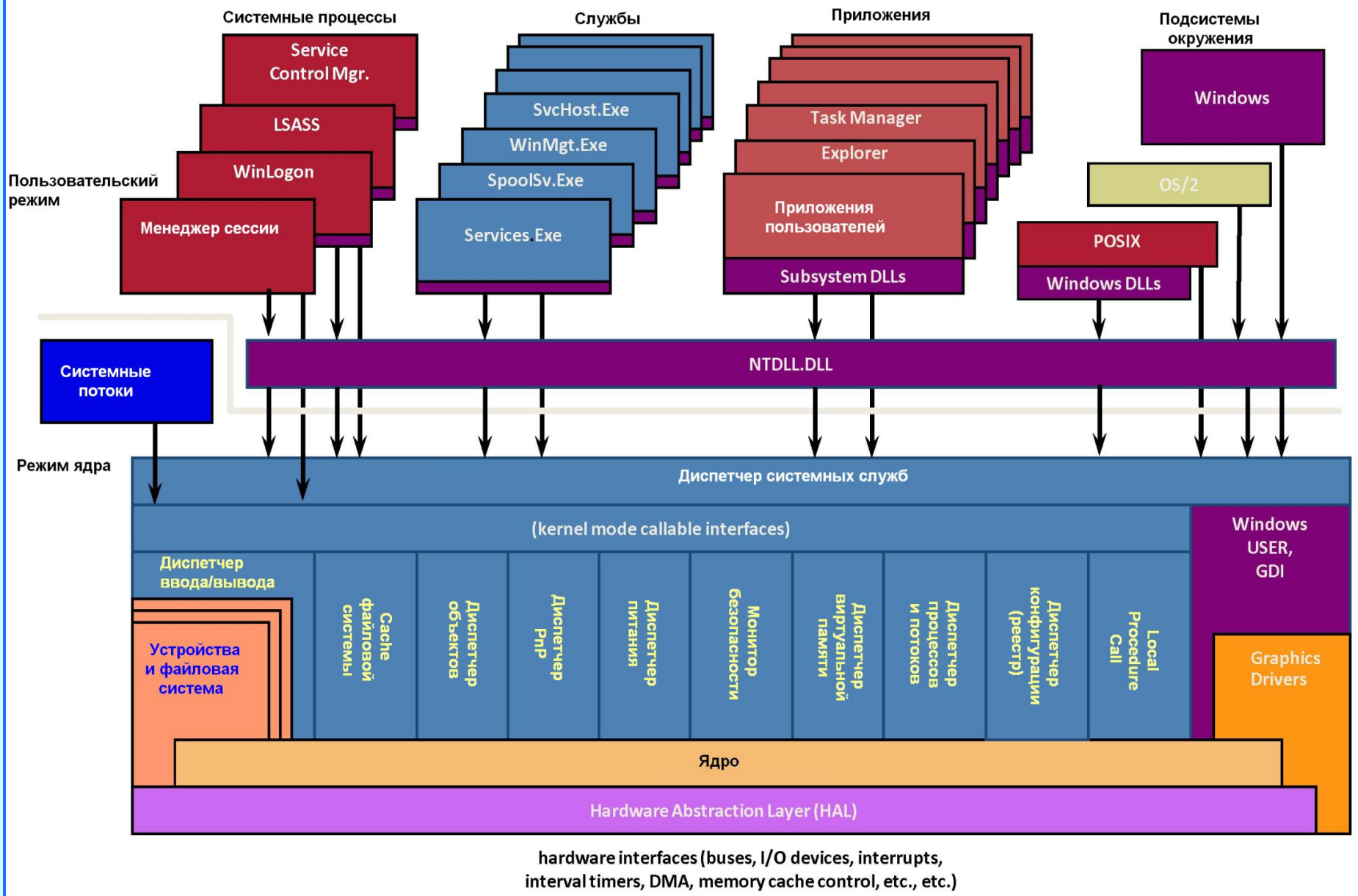
1. Большая часть ядра теперь **полностью совместима** с Windows 2003 Server SP1:
   - ✔ Исполнительная система (Executive)
   - ✔ Модули ядра (Планировщик, Диспетчер задач, Прерывания, и т.п.)
   - ✔ Уровень HAL
   - ✔ Локальный вызов процедур ядра,
   - ✔ Управление процессами и потоками
   - ✔ Поддержка системы ввода/вывода кроме PnP).

2. Другие части ядра полностью совместимы с NT-архитектурой: примечательный Диспетчер Cache, Менеджер Конфигурации (включая реестр) и Менеджер Памяти.

3. Поддержка приложения Win32 в основном, зависит от двух компонентов:
   - ✔ Win32k – режим ядра для GUI.
   - ✔ Win32 библиотеки (gdi32.dll, user32.dll, kernel32.dll, advapi32.dll) - взяты из соглашение Wine



Архитектура ReactOS



Архитектура ReactOS на базе архитектуры Windows NT 5.0

Характеристика ядра ReactOS

Режим ядра ReactOS реализован:

- ✔ в одном большом модуле (ntoskrnl),
- ✔ в слое абстракции аппаратного обеспечения (HAL),
- ✔ наборе загружаемых модулей ядра (драйвера, и другие библиотеки).

Ядро написано в переносимом языке C++, компилируется с помощью MinGW и Microsoft Visual Studio

Таким образом для управления специфичными реализациями аппаратного обеспечения требуется HAL:

- ✔ прерывания,
- ✔ инициализация процессора,
- ✔ DMA, доступ к шинам PCI/ISA,
- ✔ таймеры, и т.д.

Некоторые драйвера специализированы для конкретного типа hardware (драйвер PCI, драйвер ATAPI, IDE, и т.д.).

Характеристика ядра ReactOS

В дереве исходников есть директория ***\ntoskrnl***, реализующая само **ядро.**

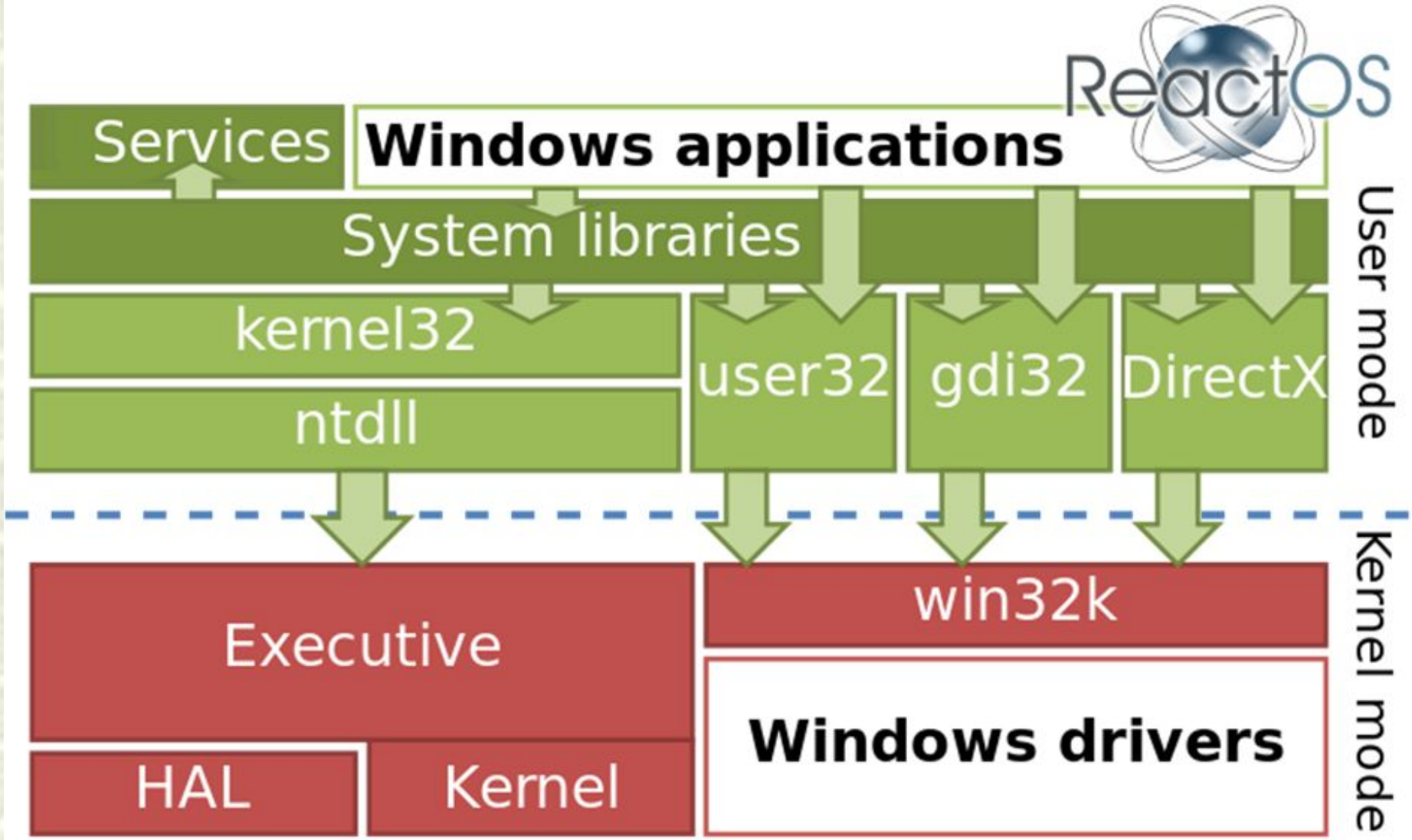
Также имеется:

- ✔ директория ***\hal*** для общего кода HAL,
- ✔ **\halx86, \halxbox** для SMP специфичного кода (spinlocks и прерывания осуществлены в HAL).

Единственный порт системы ориентированный на другую архитектуру, над которым ведется работа – это PowerPC.

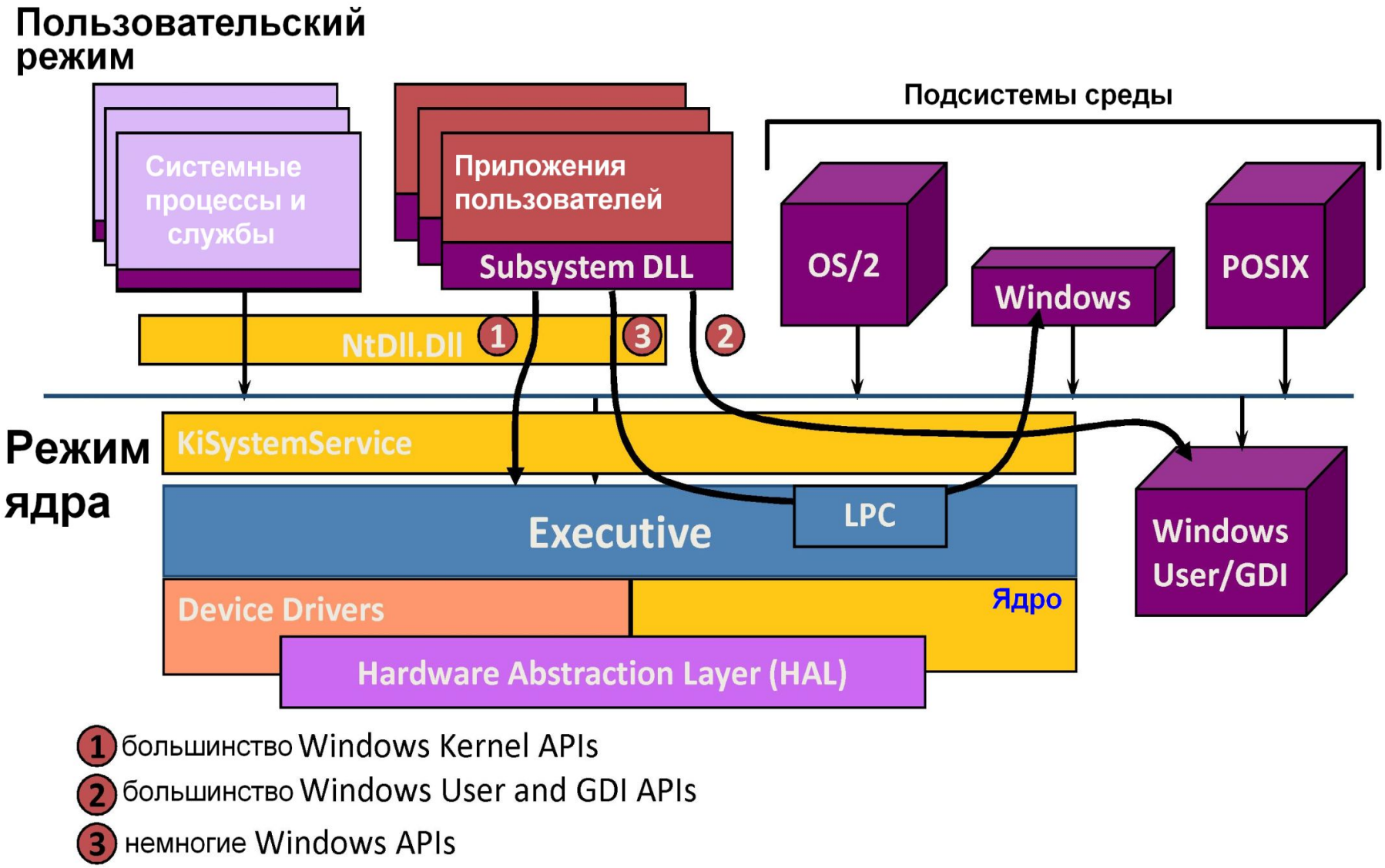
Менеджер PnP связывается с драйверами через **IRPs** (Пакеты Запроса ввода/вывода) и уведомления (события, операции) специфичны для ReactOS – на сегодня не реализованы в полном объеме.

NT загрузчик работает в страничном режиме с GDT, TSS. Загрузчик ReactOS работает в защищенном режиме и только ядро ответственно за системные структуры.



Архитектура ReactOS

Белым цветом обозначено стороннее программное обеспечение.
Зеленым – компоненты "пространства пользователя".
Красным – компоненты режима ядра.



Упрощенная архитектура ReactOS

Характеристика подсистем среды ReactOS

1. API DLLs

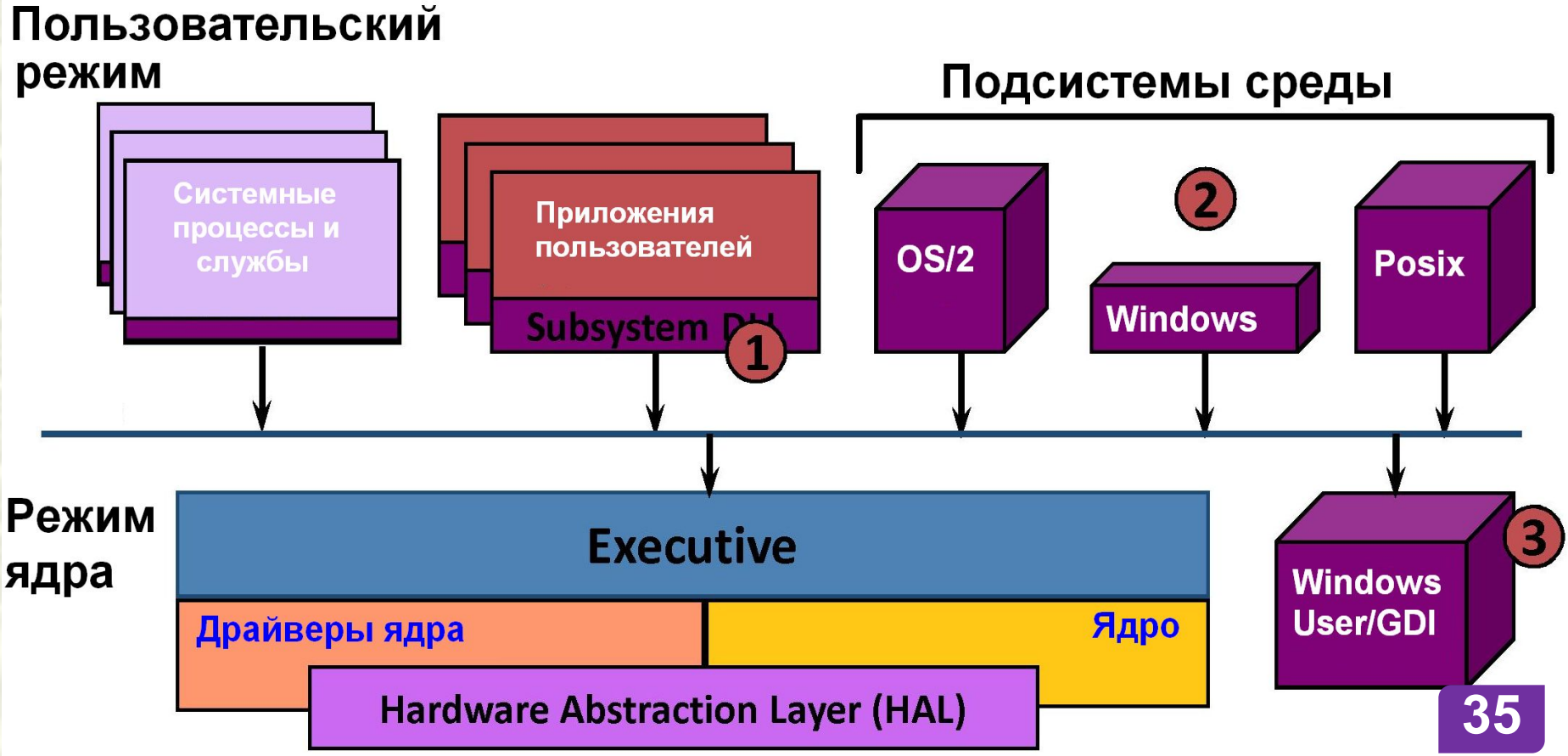
✔для Windows: kernel32.dll, gdi32.dll, user32.dll, и т.п..

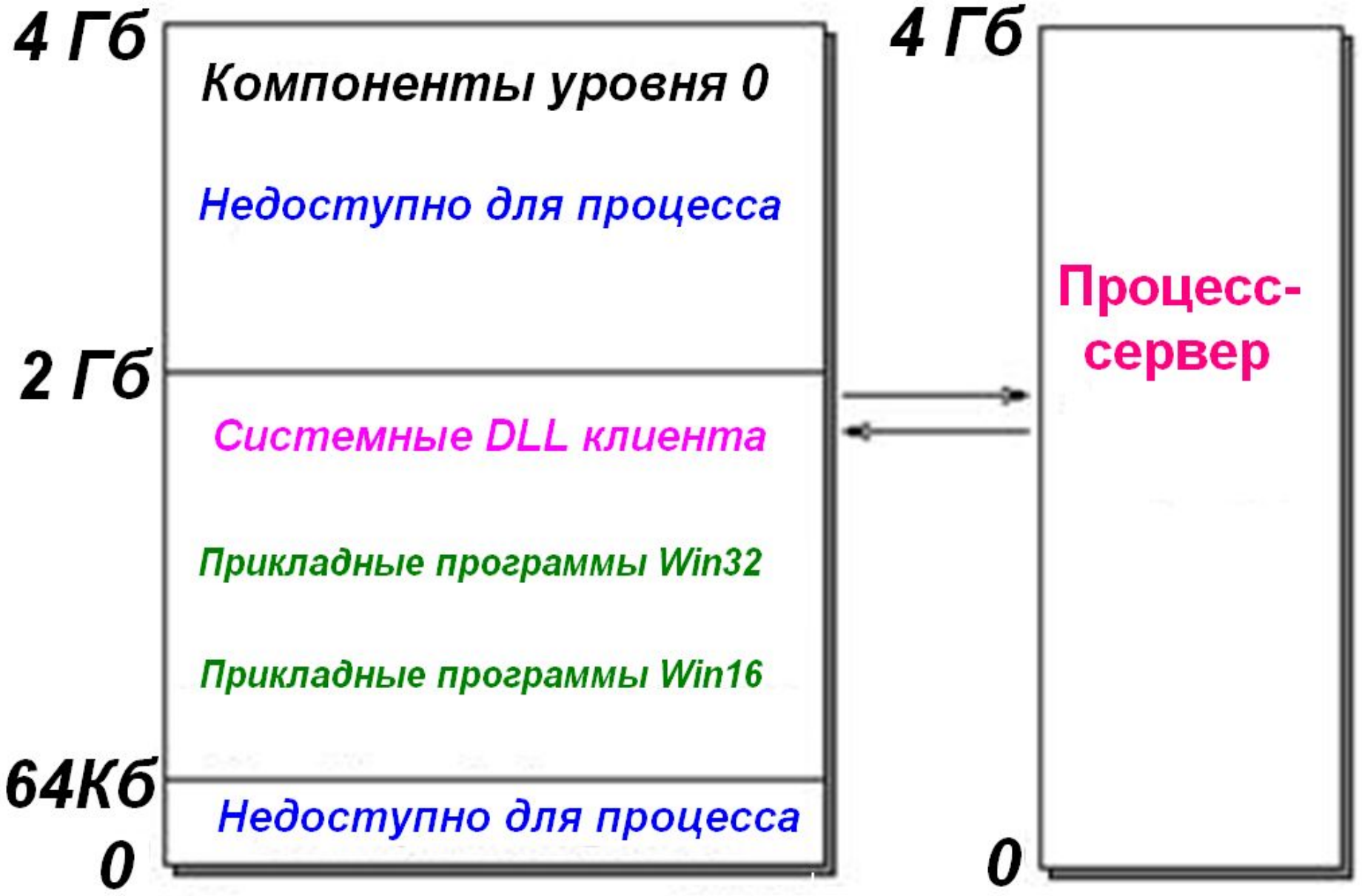
2. Процесс Подсистемы среды

✔для Windows: csrss.exe (Client Server Runtime SubSystem)

3. Только для Windows: код режима ядра GDI

✔win32k.sys - (этот код был прежде частью csrss.exe)





Виртуальное адресное пространство пользовательского процесса в ReactOS

Характеристика исполнительной системы ReactOS

Исполнительная подсистема (Executive) - верхний уровень ядра, представляющий сервис ядра подсистемам среды и другим серверам.

Диспетчер объектов обеспечивает поддержку объектно-базированной структуры ОС, представляющей ресурсы в виде объектов - абстрактных инкапсулированных типов данных.

Менеджер процессов отслеживает объекты процессов и потоков.

Менеджер виртуальной памяти выполняет формирование виртуального адресного пространства процесса и отображает виртуальные адреса в адресных пространствах процессов на физические страницы памяти.

Менеджер ввода-вывода обеспечивает независимый от устройств интерфейс ввода-вывода и отвечает за пересылку запросов на ввод-вывод соответствующим драйверам.

Менеджер безопасности проверяет права доступа к объектам по запросам других модулей Исполнительной системы и генерирует контрольные сообщения. Для получения информации о правах и передачи контрольных сообщений Менеджер безопасности взаимодействует с **Распорядителем локальной безопасности**.

Проблемы проектирования пользовательского режима в ReactOS

1. **Проблема обращения к ntdll.dll.** Нельзя использовать Wine для kernel32. ReactOS требует для своей реализации вызов ntdll.dll, какие затем выполняет эти системные вызовы, тогда как Wine предполагает осуществление функций API непосредственно в DLL.
2. **Проблема обращения к GDI и библиотеки USER32.** Технология NT требует непосредственного обращения к GDI через режим ядра (win32k.sys) . В ReactOS в подсистеме Wine делается это внутри GDI
3. **Проблема поддержки h-заголовков.** Другие DLL непосредственно выполняются из подсистемы Wine с минимальными изменениями, чтобы поддерживать наши заголовки и формировать систему.
4. **Проблема совместимости с Windows NT.** DLL предполагают работать на уровне совместимости двоичных кодов с Windows.
5. **Проблема поддержки файловых систем.** В ReactOS доступны файловые системы **FAT32, ext2, ISO-9660 (CDFS), NTFS (read only), BtrFs, ReiserFS** и **UFS.**


Спасибо за внимание!