

# Операционные системы

История ОС.  
Основные семейства ОС

# Расцвет ОС в начале 2000-х гг.

- **Microsoft:** Windows 2003, Windows Vista (2007), Win 7, 8, 10
- **Sun:** Solaris 10 для платформ SPARC, x86, x64
- **Linux:** многочисленные диалекты (Red Hat, Fedora, Mandrake, ...)
- **ОС с открытым исходным кодом:**
  - **Microsoft:** Windows Embedded Shared Source, Windows Kernel Source
  - **Sun:** OpenSolaris (на ее основе выпущена Solaris 11)
  - **Linux:** все диалекты доступны вместе с исходным кодом

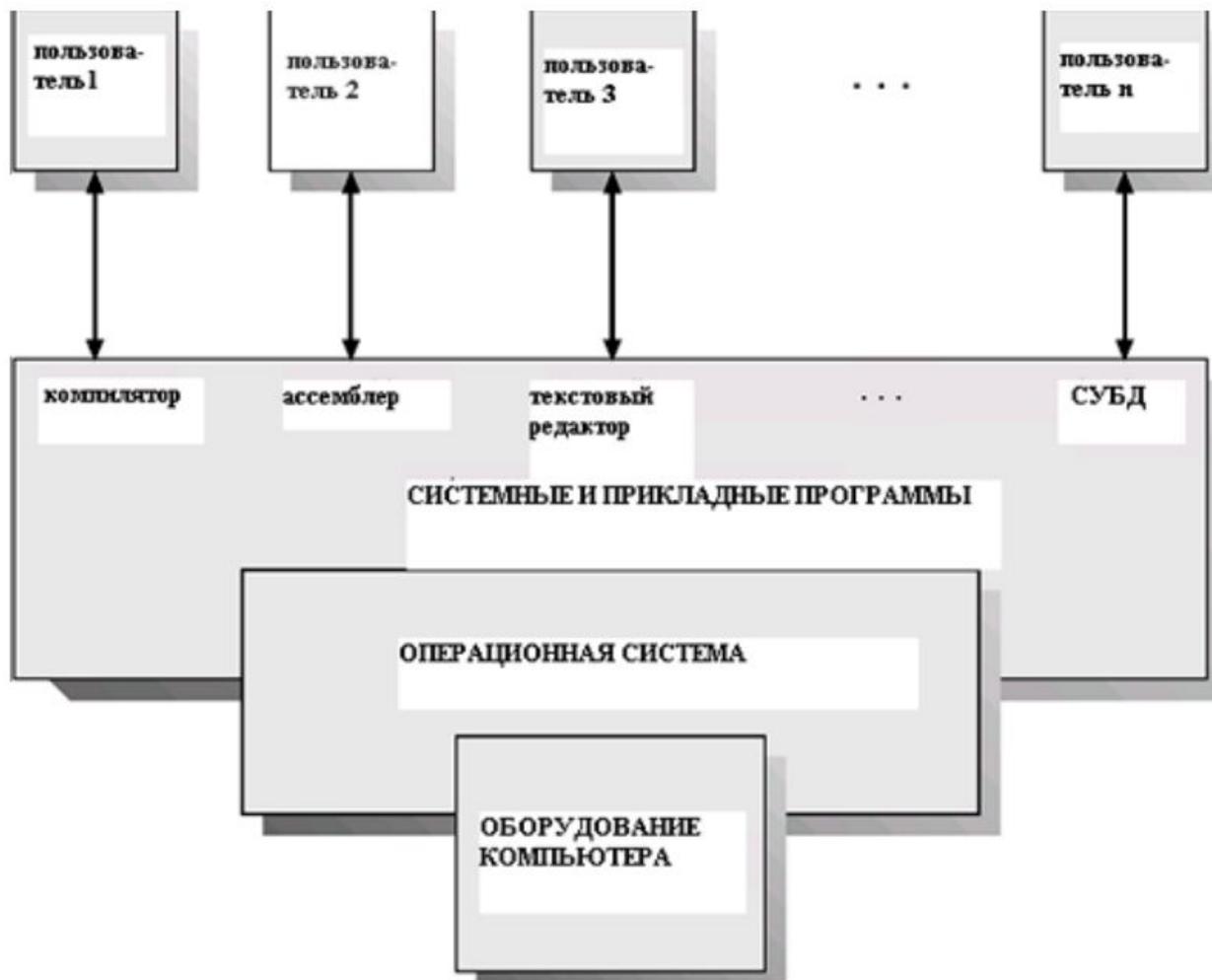
# Понятие операционной системы

- **Операционная система (operating system)** – базовое системное программное обеспечение, управляющее работой компьютера и являющееся посредником между *аппаратурой (hardware)* и прикладным программным обеспечением, а также пользователем компьютера
- **Цели работы операционной системы:**
  - 1. обеспечить удобство, эффективность и безопасность выполнения пользовательских программ**
  - 2. обеспечить удобство, эффективность и безопасность использования компьютера**
  - 3. обеспечить удобство, эффективность и безопасность использования сетевых, дисковых и других внешних устройств, подключенных к компьютеру**
  - 4. особая важность безопасности, надежности и защиты данных**

# Компоненты компьютерной системы

- **Аппаратура (hardware) – процессор (CPU), память (memory), устройства ввода-вывода (I/O devices)**
- **Операционная система (operating system) – управляет использованием аппаратуры различными программами и пользователями**
- **Прикладное программное обеспечение (applications programs) – программы, предназначенные для решения различных классов задач (компиляторы, СУБД, графические библиотеки, игровые программы и др.)**
- **Пользователи (users) – люди и другие компьютеры**

# Общая картина функционирования компьютерной системы



# Классификация компьютерных систем

- Суперкомпьютеры (super-computers)
- Многозадачные компьютеры (mainframes)
- Кластеры компьютеров (computer clusters)
- Настольные компьютеры (desktops)
- Портативные компьютеры (laptops, notebooks)
- Карманные портативные компьютеры (КПК) – handhelds
- Мобильные устройства (mobile intelligent devices)
- Носимые компьютеры (wearable computers)
- Кластерные компьютерные системы (clustered systems)
- Распределенные системы (distributed systems)
- Системы реального времени (real-time systems)

# Классификация компьютерных архитектур

- ***CISC (Complicated Instruction Set Computers)***  
– IBM 360/370, “Эльбрус”
- ***RISC (Reduced Instruction Set Computers)*** –  
SPARC, MIPS, PA-RISC, PowerPC
- ***VLIW (Very Long Instruction Word), EPIC (Explicit Parallelism Instruction Computers)*** –  
Intel IA-64, AMD-64
- ***Multi-core computers (многоядерные системы)*** – Sun Ultra SPARC-T1 (“Niagara”)

# Основные компоненты ОС

- **Ядро (*kernel*)** – основа ОС, загружаемая в память один раз и постоянно находящаяся в памяти
- **Подсистема управления ресурсами (*resource allocator*)** – часть ОС, управляющая вычислительными ресурсами (оперативной и внешней памятью и др.)
- **Управляющая программа (*control program, supervisor*)** – подсистема ОС, управляющая исполнением других программ и функционированием устройств ввода-вывода

# История ОС

- В ранних mainframe-компьютерах (1940-1950 гг.) – ОС отсутствовали; обращение к памяти – по реальным (физическим) адресам; обращение к внешним устройствам – специальными командами, также по физическим адресам
- 1950-1960е гг. – *диспетчеры (dispatchers)*, предшественники ОС, главным образом управляли прохождением пакета задач, вводимых с перфокарт
- Классические ОС 1960-х гг.: ATLAS, MULTICS, OS IBM/360  
Многозадачность, разделение времени, управление процессами
- 1970-е гг.: UNIX – первая “мобильная” ОС (AT&T, B. Kernighan, D.Ritchie), работавшая на многих вычислительных системах
- 1980-е гг.: CP/M (8-разрядная), MS DOS (16-разрядная) – первые ОС для персональных компьютеров с процессорами Intel 8080/8086 (x86)
- 1980-е гг.: Macintosh/MacOS (Apple) – первая компьютерная и операционная система с поддержкой GUI
- 1990-е гг.: Windows, Windows 3.x, Windows for Workgroups, Windows NT, Windows 98
- В настоящее время: Windows XP/2003, Linux

# Диалекты UNIX

- 1. Berkeley Software Distribution (BSD), в настоящее время – FreeBSD (University of Berkeley)**
- 2. System V Release 4 (SVR4) – AT&T**
- 3. Linux (RedHat, SuSE, Mandrake, Caldera, Debian, Fedora, etc.)**
- 4. Solaris (Sun Microsystems)**
- 5. IRIX (Silicon Graphics)**
- 6. HP-UX (Hewlett-Packard)**
- 7. Digital UNIX (Digital -> Compaq)**

# Отечественные ОС

- 1960-е гг.: ОС ДИСПАК для БЭСМ-6 (В.Ф.Тюрин, ИПМ АН СССР) – многозадачность, диалог
- 1979 – 1982: ОС Эльбрус для МКВ “Эльбрус-1”, “Эльбрус-2”: процессы – прототип multi-threading; виртуальная память; динамически загружаемые и линкуемые программы и модули

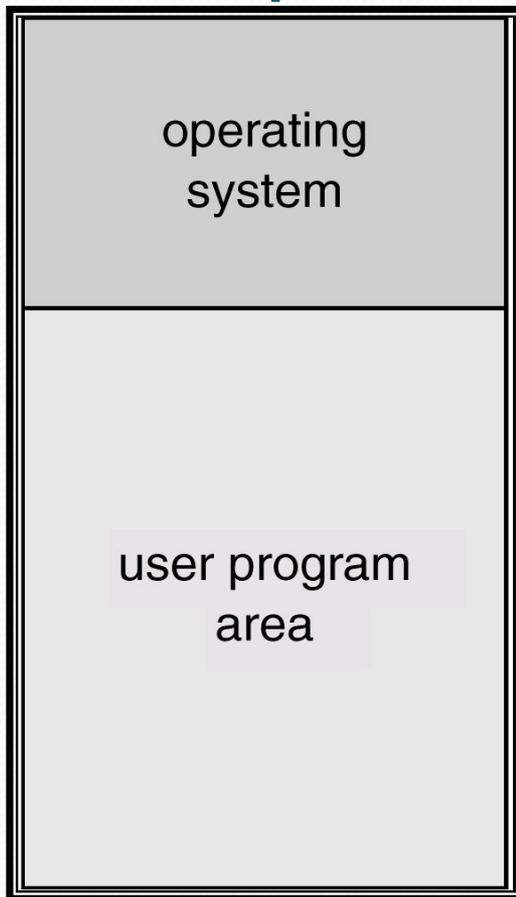
*Литература:* Сафонов В.О. Языки и методы программирования в системе Эльбрус. – М.: Наука, 1989

- Другие отраслевые работы по ОС в СССР. ОС реального времени
- 1970-е гг. : Решение правительства о копировании IBM/360/370 (ЕС ЭВМ), затем – PDP 11 (СМ ЭВМ). Продлило срок эксплуатации зарубежных ОС в СССР (России) на 10-20 лет (!).
- Э. Дейкстра: “Решение русских о клонировании IBM является одной из важных побед США в холодной войне” (1977)

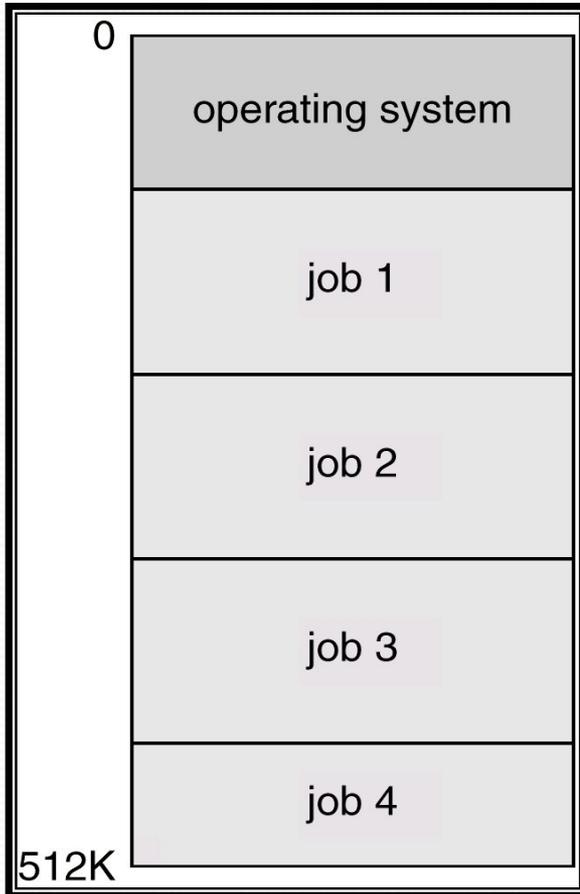
# Особенности ОС для mainframes

- Экономия временных ресурсов путем формирования и пропуска *пакетов (batch) заданий (jobs)*
- Автоматическая передача управления от одного задания к другому. Первые примитивные ОС
- Использование *резидентного* (постоянно находящегося в памяти) монитора:
  - Начальная передача управления монитору
  - Передача управления заданию
  - По окончании задания – возврат управления в монитор

# Распределение памяти в простой системе пакетной обработки



# Системы пакетной обработки с поддержкой мультипрограммирования



# Особенности ОС, поддерживающих мультипрограммирование

- Программы ввода-вывода, поддерживаемые операционной системой
- Управление памятью – система должна распределять память для нескольких заданий
- Планирование загрузки процессора (CPU scheduling) – система должна сделать выбор, какое из нескольких загруженных в память заданий запустить
- Управление устройствами; spooling (буферизация устройств ввода-вывода, например, принтера)

# Особенности ОС с разделением времени (time sharing)

- Ресурсы процессора разделены между несколькими заданиями (jobs), находящимися в памяти или на диске. Процессор выделяется только тем заданиям, которые находятся в памяти
- Задания загружаются в память и выгружаются из памяти на диск (swapping)
- Обеспечивается диалоговое (interactive) взаимодействие между пользователем и системой; когда ОС завершает исполнение команды, она выполняет поиск следующего управляющего оператора (*control statement*), введенного с пользовательской клавиатуры
- Предоставляется диалоговый доступ к данным и коду пользователя

# Операционные системы

Особенности ОС для различных классов компьютерных систем.

ОС реального времени.

ОС для облачных вычислений

# Особенности ОС для персональных компьютеров (desktops, PCs)

- **Персональные компьютеры** – предназначены как правило, для одного пользователя
- **Устройства ввода-вывода** – клавиатура, мышь, монитор, принтер, сканер, внешние накопители (flash, ZIP, JAZ), CD-ROM/CD-RW/DVD-ROM/DVD-RW/DVD-RAM и др.
- Удобство для пользователя, дружелюбность к пользователю
- Могут использовать технологии, применяемые в “больших” ОС; пользователь имеет персональный доступ к компьютеру и часто не нуждается в оптимизации работы процессора или улучшенных средствах защиты
- На одном и том же ПК могут использоваться несколько ОС (Windows, MacOS, UNIX, Linux) – *double bootable systems*
- Тем не менее, ОС для ПК имеет сетевые средства для соединения в сеть нескольких ПК, а также соединения ПК с серверами и с мобильными устройствами
- “The network is the computer” ~ девиз фирмы Sun

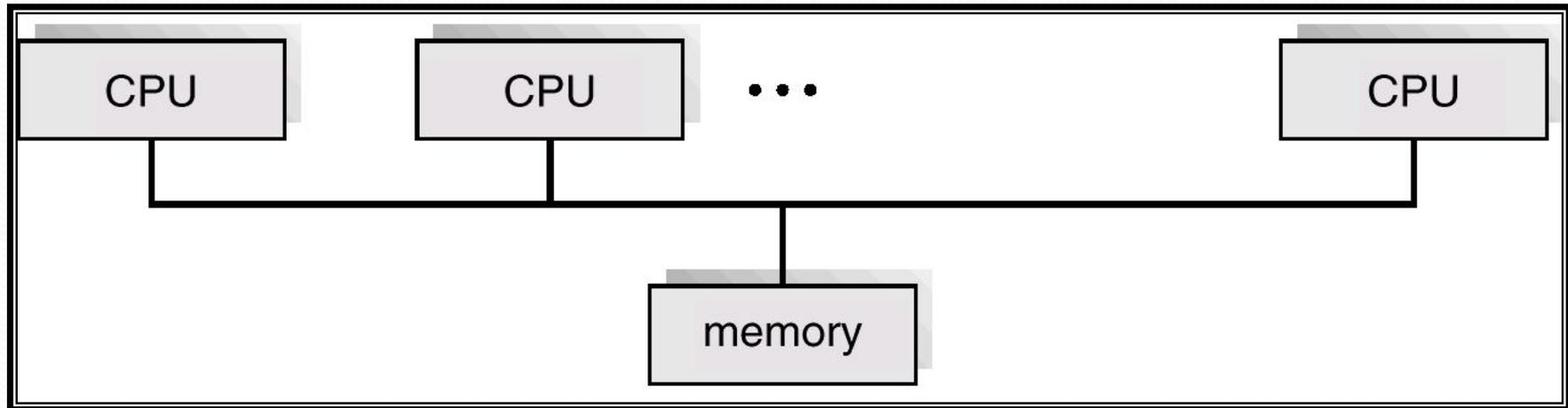
# Параллельные компьютерные системы

- Мультипроцессорные системы с несколькими непосредственно взаимодействующими процессорами (CRAY, Эльбрус, позднее – мультипроцессорные рабочие станции и др.)
- *Тесно связанные (tightly coupled) системы* – процессоры разделяют общую память и таймер (такты); взаимодействие происходит через общую память.
- Very Long Instruction Word (VLIW), Explicit Parallelism Instruction Computer (EPIC) системы: одна “широкая команда” содержит несколько параллельно исполняемых в данном такте команд для нескольких исполнительных устройств (арифметических, логических и др.); распараллеливание на уровне команд; оптимальное планирование вычислений – задача компилятора
- Multi-core computers ~ еще более тесно связанные процессоры; находятся в одном кристалле, разделяют cache уровня 2, работают на общей памяти
- Преимущества параллельной компьютерной системы:
  - Улучшенная производительность (*throughput*)
  - Экономичность
  - Повышенная надежность:
    - “дружественное” к пользователю снижение производительности (*graceful degradation*)
    - Устойчивость к ошибкам (*fail-soft systems*)

# Параллельные компьютерные системы

- **Симметричные мультимикропроцессорные системы - *symmetric multiprocessing (SMP)***
  - Все процессоры используют одну и ту же копию ОС
  - Любому свободному процессору может быть распределено любое задание
  - Используется общая память и общие дисковые ресурсы
  - Несколько процессов (или threads) могут выполняться сразу без существенного нарушения производительности
  - Большинство современных ОС поддерживают SMP
- **Асимметричные мультимикропроцессорные системы (*asymmetric multiprocessing*)**
  - Каждому процессору дается специфическое задание; главный процессор (master processor) планирует работу подчиненных процессоров (slave processors)
  - Более типично для очень больших систем
  - Пример (Эльбрус): 2-10 ЦП; 1-4 ПВВ (процессоры ввода-вывода); 1-4 ППД (процессоры передачи данных)

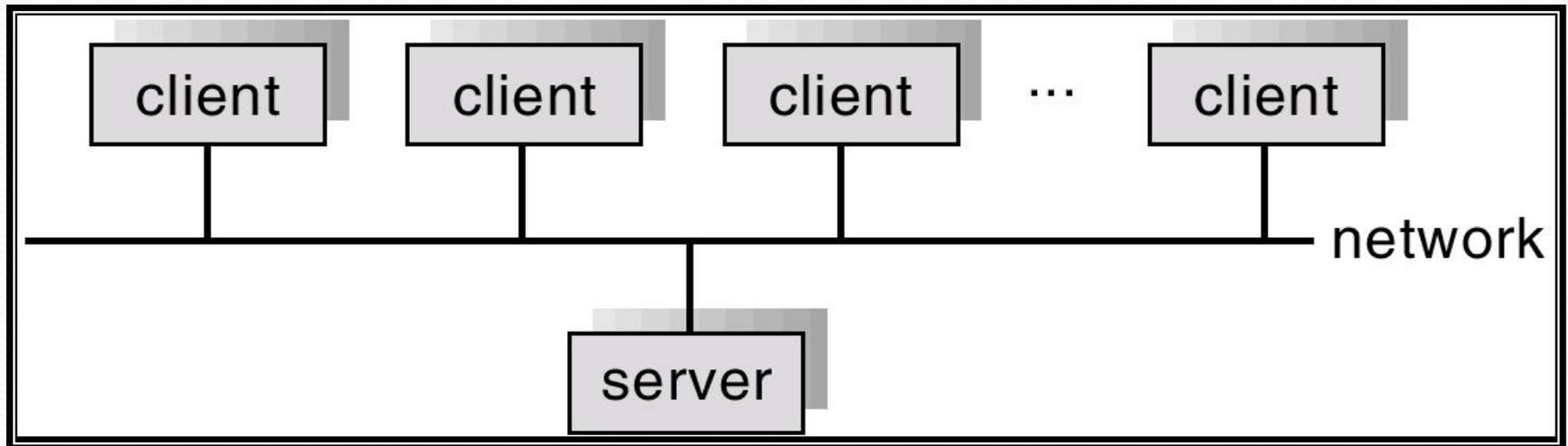
# SMP-архитектура



# Распределенные компьютерные системы (distributed systems)

- Распределяют вычисления между несколькими физическими процессорами
- Слабо связанная система (*loosely coupled system*) – каждый процессор имеет свою локальную память; процессоры взаимодействуют между собой через линии связи – высокоскоростные шины или телефонные линии.
- Преимущества распределенных систем
  - Разделение ресурсов
  - Совместная загрузка (*load sharing*)
  - Надежность
  - Связь
- Требуют сетевой инфраструктуры
- Локальные сети (*local area networks - LAN*) или глобальные сети (*wide area networks - WAN*)
- Могут быть клиент-серверными (*client-server*) или одноранговыми (*peer-to-peer*) системами

# Общая структура клиент-серверной системы



# Основные виды серверов в клиент-серверных компьютерных системах

- **Файл-серверы (*file servers*)** – компьютеры + ПО, предоставляющие доступ к подмножеству своих файловых систем, расположенных на дисках, другим компьютерам локальной сети (LAN). *Пример: SAMBA (SMB – от Server Message Block) – серверное ПО для ОС типа UNIX (Linux, FreeBSD, Solaris, etc.), обеспечивающее доступ с Windows-компьютеров LAN к файловым системам UNIX-машины. Samba также реализована для платформы Macintosh/MacOS*
- **Серверы приложений (*application servers*)** – компьютеры + ПО, обеспечивающие вычислительные ресурсы для (удаленного) исполнения определенных классов (больших) приложений с других компьютеров LAN. *Примеры: WebSphere (IBM), WebLogic (BEA) – наилучшие из известных application-серверов для приложений J2EE*
- **Серверы баз данных (*database servers*)** – компьютеры + ПО (Microsoft SQL Server, Oracle, etc.), обеспечивающие доступ другим компьютерам сети к базам данных, расположенным на этих компьютерах
- **Web-серверы (*Web servers*)** – компьютеры + ПО, обеспечивающие доступ через WWW к Web-страницам, расположенным на этих серверах. *Примеры: Apache; Microsoft.NET Web Servers; Java Web Servers*
- **Проxy-серверы** – компьютеры + ПО, обеспечивающие более эффективное выполнение обращений к Интернету, фильтрацию трафика, защиту от атак
- **Email-серверы** – компьютеры + ПО, обеспечивающие отправку, получение и “раскладку” электронной почты для некоторой локальной сети. Могут обеспечивать также *криптование* почты (*email encryption*)
- **(Server) back-end** – группа (pool) связанных в LAN компьютеров (вместо одного сервера), обеспечивающая серверные функции

# Кластерные вычислительные системы (clustered systems)

- Компьютеры в кластере, как правило, связаны между собой через быструю локальную сеть
- Кластеризация позволяет двум или более системам использовать общую память
- Обеспечивают высокую надежность
- *Асимметричная кластеризация (asymmetric clustering)*: один сервер выполняет приложение, остальные серверы простаивают
- *Симметричная кластеризация (symmetric clustering)*: все N машин (hosts) исполняют одно приложение
- *Кластеры с высокоскоростным доступом (high-availability clusters, HA)* – обеспечивают оптимальный доступ к ресурсам, предоставляемым компьютерами кластера, например, к базам данных
- *Кластеры с балансировкой загрузки (load-balancing clusters)* – имеют несколько входных балансирующих запросы front-ends, которые распределяют задания между server back-ends (server farm)
- Часто используются в университетах (например, установлены в ПТЦ ПУНК СПбГУ)

# Системы реального времени (real-time systems)

- Часто используются как управляющие устройства для специальных приложений, - например, для научных экспериментов; в медицинских системах, связанных с изображениями; системах управления в промышленности; системах отображения (*display*); системах управления космическими полетами, АЭС и др.
- Четко определенные временные ограничения (время реакции – *response time*; время наработки на отказ и др.)
- Системы реального времени могут быть *hard* или *soft real-time*
- *Hard real-time systems*: При нарушении временных ограничений может возникнуть критическая ошибка (отказ). *Примеры*: система управления двигателем автомобиля; система управления кардиостимулятором
- *Soft real-time systems*: Нарушение временных ограничений не приводит к отказу. Это системы управления несколькими взаимосвязанными системами для управления совокупностью изменяющихся ситуаций. *Пример*: система планирования рейсов на коммерческих авиалиниях

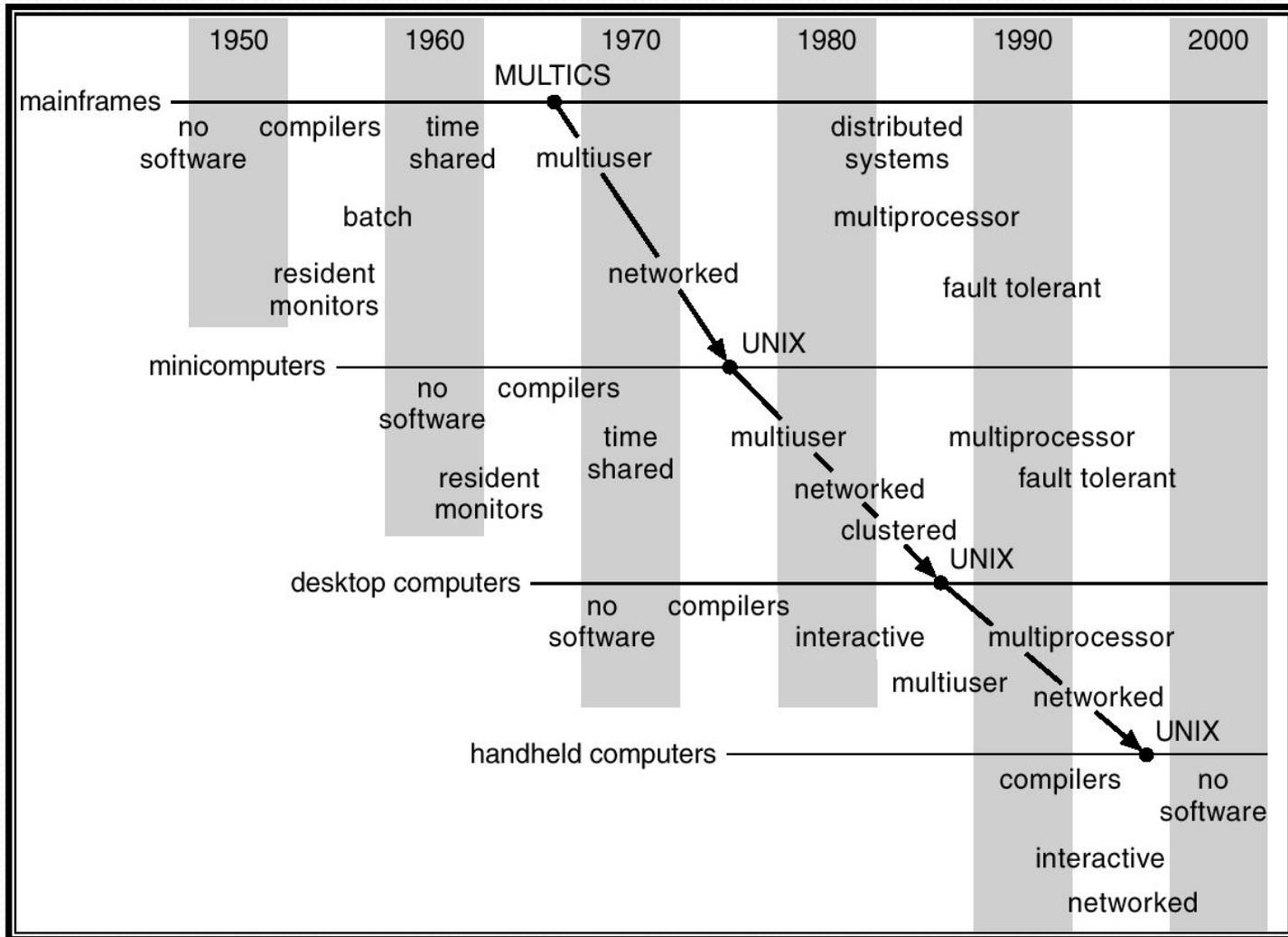
# Системы реального времени (продолжение)

- **Hard real-time:**
  - Вторичная память ограничена или отсутствует; данные хранятся в оперативной памяти (RAM) или ПЗУ (ROM)
  - Конфликты с системами разделения времени, не имеющие места для ОС общего назначения.
- **Soft real-time**
  - Ограниченная полезность для промышленных систем управления или в роботике
  - Полезны в приложениях (мультимедиа, виртуальная реальность), требующих развитых возможностей ОС

# Карманные вычислительные системы (handheld systems)

- Карманные персональные компьютеры - Personal Digital Assistants (PDAs)
- Мобильные телефоны – Cellular/mobile phones
- Особенности и проблемы:
  - Ограниченный объем памяти
  - Медленные процессоры (ожидание выполнения простейшей команды в течение нескольких секунд)
  - Маленькие экраны мониторов (дисплеев), отсюда – необходимость в специализированном ПО для поддержки GUI (J2ME: *javax.microelectronics... lcdui*), не совместимом с обычным (J2SE)
  - Невысокая скорость связи через Интернет: GPRS-модем мобильного телефона обеспечивает связь примерно со скоростью dial-up – 3-5 Kbps; обычный мобильный Интернет – 9600 bps
  - Связь для передачи данных – через Bluetooth или IrDA (который часто отсутствует); имеются не все необходимые порты (нет USB => нельзя использовать flash); сменный диск – SmartMedia (как для цифровых фотоаппаратов)

# Развитие концепций и возможностей ОС



# Вычислительные среды

- Традиционные (Traditional computing)
- Ориентированные на WWW (Web-Based Computing)
- Встроенные (Embedded Computing)