

Операционные системы и базы данных

Карпук Анатолий Алексеевич,
доцент кафедры ПОСТ
e-mail: A_Karpuk@mail.ru

Лекция 1.

Введение в операционные системы

Вопросы:

1. Понятие и функции ОС
2. Классификация компьютерных систем и ОС
3. Процессы и потоки в ОС
4. Управление оперативной памятью в ОС
5. Ввод-вывод данных и файловая система

1.1. Понятие операционной системы (ОС)

Операционная система (ОС, в англоязычном варианте - *operating system*) – базовое системное программное обеспечение, управляющее работой компьютера и являющееся посредником (интерфейсом) между аппаратурой (*hardware*), прикладным программным обеспечением (*application software*) и пользователем компьютера (*user*).

Фактически операционная система с точки зрения пользователя – это как бы продолжение аппаратуры, надстройка над ней, обеспечивающая более удобное, надежное и безопасное использование компьютеров и компьютерных сетей.

1.2. Функции ОС

1. Обеспечение **выполнения программ** – загрузка программ в память, предоставление программам процессорного времени, обработка системных вызовов.
2. Управление **оперативной памятью** – эффективное выделение памяти программам, учет свободной и занятой памяти.
3. Управление **внешней памятью** – поддержка различных файловых систем.
4. Управление **вводом-выводом** – обеспечение работы с различными периферийными устройствами.
5. Предоставление **пользовательского интерфейса**.
6. Обеспечение **безопасности** – защита информации и других ресурсов системы от несанкционированного использования.
7. Организация **сетевого взаимодействия**.

2.1. Состав КС

1. **Аппаратура (hardware)** компьютера, основные части которой – **центральный процессор (Central Processor Unit - CPU)**, выполняющий **команды (инструкции)** компьютера; **память (memory)**, хранящая данные и программы, и **устройства ввода-вывода, или внешние устройства (input-output devices, I/O devices)**.
2. **Операционная система (operating system)** – системное программное обеспечение, управляющее использованием аппаратуры компьютера различными программами и пользователями.
3. **Прикладное программное обеспечение (applications software)** – программы, предназначенные для решения различных классов задач (**компиляторы, СУБД, графические библиотеки, игровые программы, офисные программы**).
4. **Пользователи (users)** – люди и другие компьютеры.

2.2. Классификация КС

1. Суперкомпьютеры (super-computers) – мощные многопроцессорные компьютерные системы.
2. Многоцелевые компьютеры, или компьютеры общего назначения (mainframes).
3. Серверы (файл-сервер, сервер БД, сервер приложений, веб сервер, прокси сервер, почтовый сервер, сервер удаленного доступа).
4. Настольные компьютеры (desktops). Рабочие станции и ПК.
5. Портативные компьютеры (laptops, notebooks).
6. Карманные портативные компьютеры и органайзеры (КПК, handhelds, personal digital assistants – PDA).
7. Мобильные устройства (mobile intelligent devices – мобильные телефоны, коммуникаторы).
8. Носимые компьютеры (wearable computers).
9. Системы реального времени (real-time systems)

2.3. Примеры КС

1. **Суперкомпьютеры:** на июнь 2017 самый мощный **Sunway Taihulight** (Китай), около 41 тыс. процессоров, 10,65 млн. ядер. Производительность 93 петафлопс (10 в 15 степени операций с плав. точкой в сек.) В России **Ломоносов-2**, 41 место в рейтинге, 2,1 петафлопс. **СКИФ** (Беларусь) до 2,5 тыс. процессоров, 10 тыс. ядер, 0,1 петафлопс.
2. **Мэйнфреймы:** **IBM zBC12** (до 18 8-ми ядерных процессоров, до 496 GB ОЗУ), **IBM z13** (до 141 8-ми ядерных процессоров, до 10 TB ОЗУ). Мэйнфреймы производят также **Hitachi, Fujitsu, Amdahl**.
3. **Серверы:** **IBM** (System x, Power Systems, System i), **HP** (HPE Proliant, HP Proliant), **DELL, Intel** и др.

2.4. Современные ОС

1. ОС для суперкомпьютеров на базе **Linux**.
2. ОС для мэйнфреймов: **z/OS**, **z/VM**, **Linux for zSeries**.
3. ОС для серверов: **Microsoft Windows Server**, **IBM i**, **UNIX** (**AIX** от IBM, **Solaris** от Sun Microsystems, **HP-UX** от HP, **FreeBSD**), **Linux** (Red Hat Enterprise, Debian, Ubuntu).
4. ОС для рабочих станций, ПК и портативных компьютеров: **Microsoft Windows**, **UNIX**, **Linux**, **Mac OS**.
5. ОС для карманных портативных компьютеров: **Microsoft Windows** (Mobile, Pocket PC, CE), **Palm OS**, **Linux**.
6. ОС для мобильных устройств: **Android** от Google, **iOS** от Apple, **Symbian OS** от Nokia, **Windows Phone** от Microsoft, **Blackberry OS** от RIM.
7. ОС для сетевых устройств реального времени (маршрутизаторов, коммутаторов): **Vyatta**, **m0n0wall** и др.

2.5. Основные компоненты ОС

Ядро (kernel) – низкоуровневая основа любой операционной системы, выполняемая аппаратурой в особом **привилегированном режиме**. Ядро загружается в память один раз и находится в памяти **резидентно** – постоянно, по одним и тем же адресам.

Подсистема управления ресурсами (resource allocator) – часть операционной системы, управляющая вычислительными ресурсами компьютера - оперативной и внешней памятью, процессором и др.

Управляющая программа (control program, supervisor) – подсистема ОС, управляющая исполнением других программ и функционированием устройств ввода-вывода.

2.6. Классификация ОС

По организации вычислений:

1. **ОС пакетной обработки** (batch processing operating systems) – целью является выполнение максимального количества вычислительных задач за единицу времени; при этом из нескольких задач формируется пакет, который обрабатывается ОС.
2. **ОС разделения времени** (time-sharing operating systems) – целью является возможность одновременного использования одного компьютера несколькими пользователями; реализуется посредством поочередного предоставления каждому пользователю интервала процессорного времени.
3. **ОС реального времени** (real-time operating systems) – целью является выполнение каждой задачи за строго определённый для данной задачи интервал времени₁₀

2.6. Классификация ОС (продолжение)

По типу ядра:

- ОС с монолитным ядром (monolithic operating systems);
- ОС с микроядром (microkernel operating systems);
- ОС с гибридным ядром (hybrid operating systems).

По количеству одновременно решаемых задач:

- **однозадачные** (single-tasking operating systems);
- **многозадачные** (multitasking operating systems).

По количеству одновременно работающих пользователей:

- **однопользовательские** (single-user operating systems);
- **многопользовательские** (multi-user operating systems).

2.7. Классификация ОС (продолжение)

По количеству поддерживаемых процессоров:

- **однопроцессорные** (uniprocessor operating systems);
- **многопроцессорные** (multiprocessor operating systems).

По поддержке сети:

- **локальные** (local operating systems) – автономные ОС, не предназначенные для работы в компьютерной сети;
- **сетевые** (network operating systems) – ОС, имеющие компоненты, позволяющие работать с компьютерными сетями.

По роли в сетевом взаимодействии:

- **серверные** (server operating systems) – ОС, предоставляющие доступ к ресурсам сети и управляющие сетевой инфраструктурой;
- **клиентские** (client operating systems) – ОС, которые могут

2.8. Классификация ОС (окончание)

По типу лицензии:

- **открытые** (open-source operating systems) – ОС с открытым исходным кодом, доступным для изучения и изменения;
- **проприетарные** (proprietary operating systems) – ОС, которые имеют конкретного правообладателя; обычно поставляются с закрытым исходным кодом.

По области применения:

- ОС **мэйнфреймов** – больших компьютеров (mainframe operating systems);
- ОС **серверов** (server operating systems);
- ОС **персональных компьютеров** (personal computer operating systems);
- ОС **мобильных устройств** (mobile operating systems);
- **встроенные** ОС (embedded operating systems);
- ОС **маршрутизаторов** (router operating systems).

3.1. Понятия процесса и ресурсов

Процесс - это выполнение последовательной программы на процессоре компьютера. Компьютерная программа является пассивной совокупностью инструкций, в то время как процесс представляет собой непосредственное выполнение этих инструкций.

Ресурсы вычислительной системы – это объекты, используемые в процессах. Ресурсы могут быть **аппаратные, программные и информационные**. Ресурсы могут использоваться процессами **совместно или монопольно**.

3.2. События, создающие процессы

К созданию процесса приводят пять основных событий:

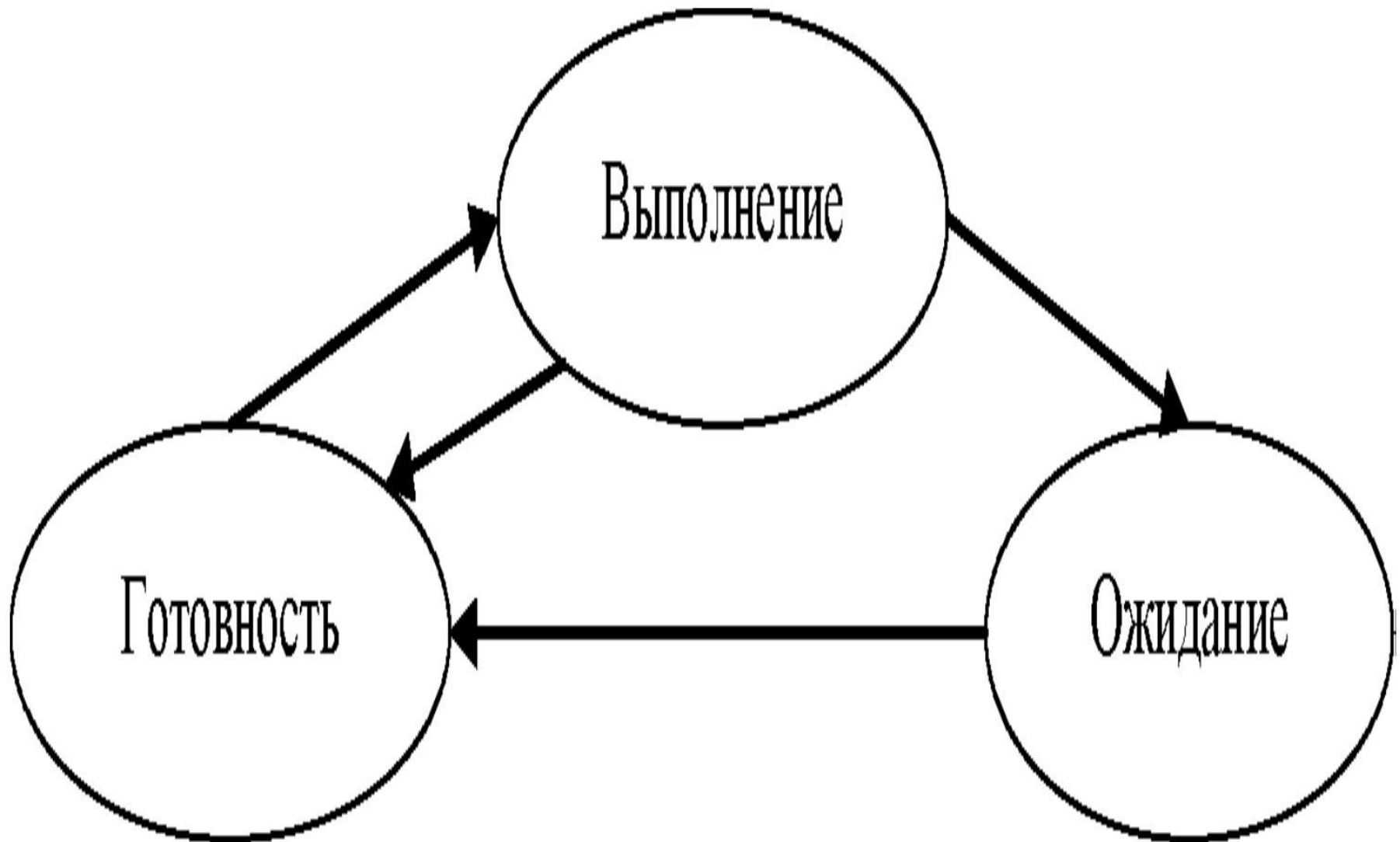
- **инициализация ОС (загрузка);**
- **запрос работающего процесса на создание процесса;**
- **запрос пользователя на создание процесса, например, при входе в систему в интерактивном режиме;**
- **инициирование пакетного задания;**
- **создание ОС процесса, необходимого для работы каких-либо служб.**

3.3. Многозадачность в ОС

Многозадачность в ОС реализуется **системой прерывания программ**, которая обеспечивает возможность приостановки и возобновления процессов. Прерывание может **инициировать сам процесс, ОС, аппаратура и пользователи.**

Подсистема управления процессами многозадачной ОС (супервизор) планирует выполнение процессов, **распределяет процессорное время между процессами, создает и уничтожает процессы, обеспечивает процессы требуемыми ресурсами, поддерживает взаимодействие между процессами.**

3.4. Диаграмма состояний процесса



3.5. Диаграмма состояний процесса

«**Выполнение**» - активное состояние процесса. Процесс обладает всеми необходимыми ресурсами и непосредственно выполняется процессором.

«**Ожидание**» - пассивное состояние процесса. Процесс заблокирован и не может выполняться по своим внутренним причинам. Причинами могут быть: ожидание завершения операции ввода-вывода; получение сообщения от другого процесса; освобождение необходимого для продолжения вычислений ресурса.

«**Готовность**» - также пассивное состояние процесса. Процесс заблокирован в связи с внешними причинами, по инициативе ОС. Процесс имеет все требуемые для выполнения ресурсы, однако процессор занят выполнением другого процесса.

3.6. Дескриптор процесса

В дескрипторе – Unix (блок управления – zOS, объект-процесс – Windows) процесса содержатся данные о процессе, которые необходимы ядру ОС в течение всего жизненного цикла процесса независимо от того, находится он в активном или пассивном состоянии и находится ли образ процесса в оперативной памяти или на диске. Эти данные делятся на:

- **данные идентификации процесса;**
- **данные о состоянии процесса;**
- **данные, используемая для управления процессом.**

3.7. Контекст процесса

Контекст процесса содержит данные, позволяющие ОС приостанавливать и возобновлять выполнение процесса с прерванного места.

В контексте процесса содержатся **следующие данные:**

- **содержимое регистров процессора, доступных пользователю;**
- **содержимое счетчика команд;**
- **состояние управляющих регистров и регистров состояния;**
- **коды условий, отражающие результат выполнения последней арифметической или логической операции (например, знак равенства нулю, переполнения)**
- **указатели вершин стеков, хранящие параметры и адреса вызова процедур и системных служб**

3.8. Алгоритмы планирования процессов

Планировщик процессов (process scheduler) решает задачи:

- определение момента времени для смены выполняемого процесса;
- выбор процесса на выполнение из очереди готовых процессов.

Планирование процессов может выполняться по алгоритму квантования. Смена процесса происходит, если: процесс завершился и покинул систему; произошла ошибка; процесс перешел в состояние «ожидание»; исчерпан квант времени процессора для процесса. Выбор готового процесса: циклически, по правилу «первый пришел – первый обслужен» (FIFO), по правилу «последний пришел – первый обслужен» (LIFO), по правилу «короткие – вперед» (SJF).

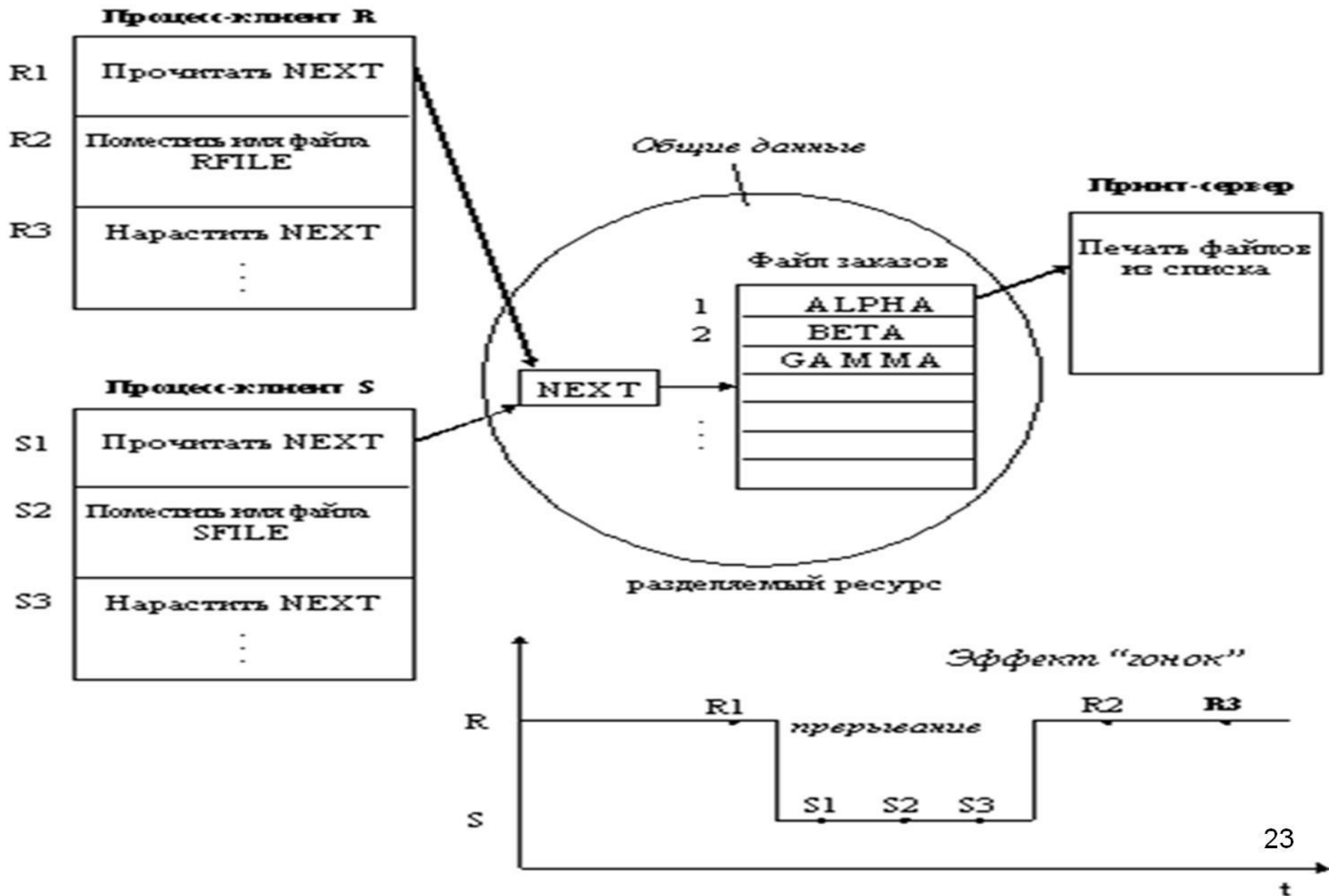
3.9. Планирование процессов по приоритетам

Приоритет - это число, характеризующее степень привилегированности процесса. Приоритет может выражаться **натуральными, целыми или вещественными числами**. Чем выше приоритет процесса, тем меньше времени он будет проводить в очередях.

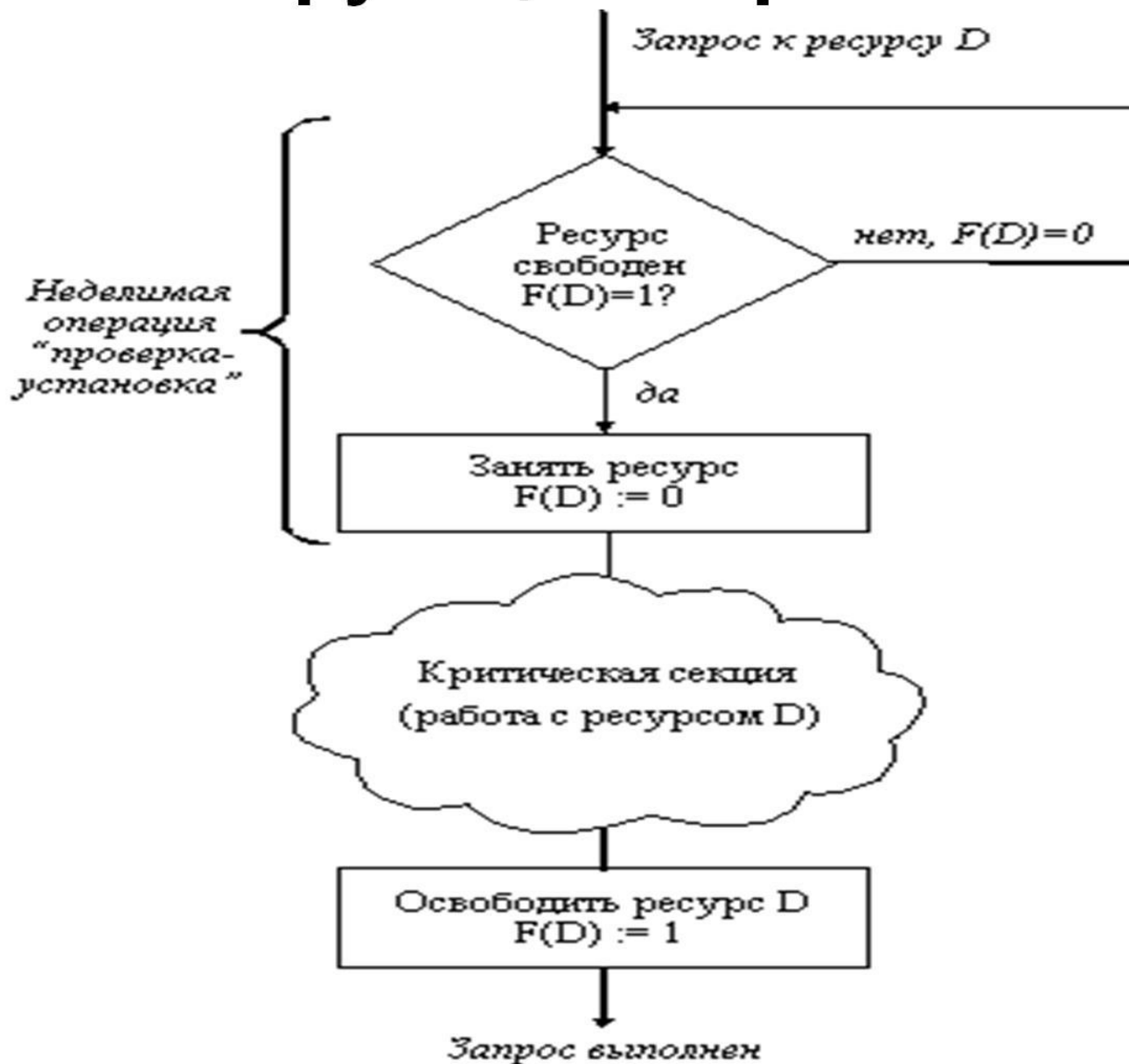
Приоритеты бывают **статическим и динамическим**.
Приоритеты бывают **относительные и абсолютные**.

В системах с **относительными приоритетами** активный процесс выполняется до тех пор, пока он сам не покинет процессор, перейдя в состояние «ожидание». В системах с **абсолютными приоритетами** выполнение активного процесса прерывается, если в очереди готовых процессов появился процесс, приоритет которого выше приоритета активного процесса. В этом случае прерванный процесс **переходит в состояние готовности**.

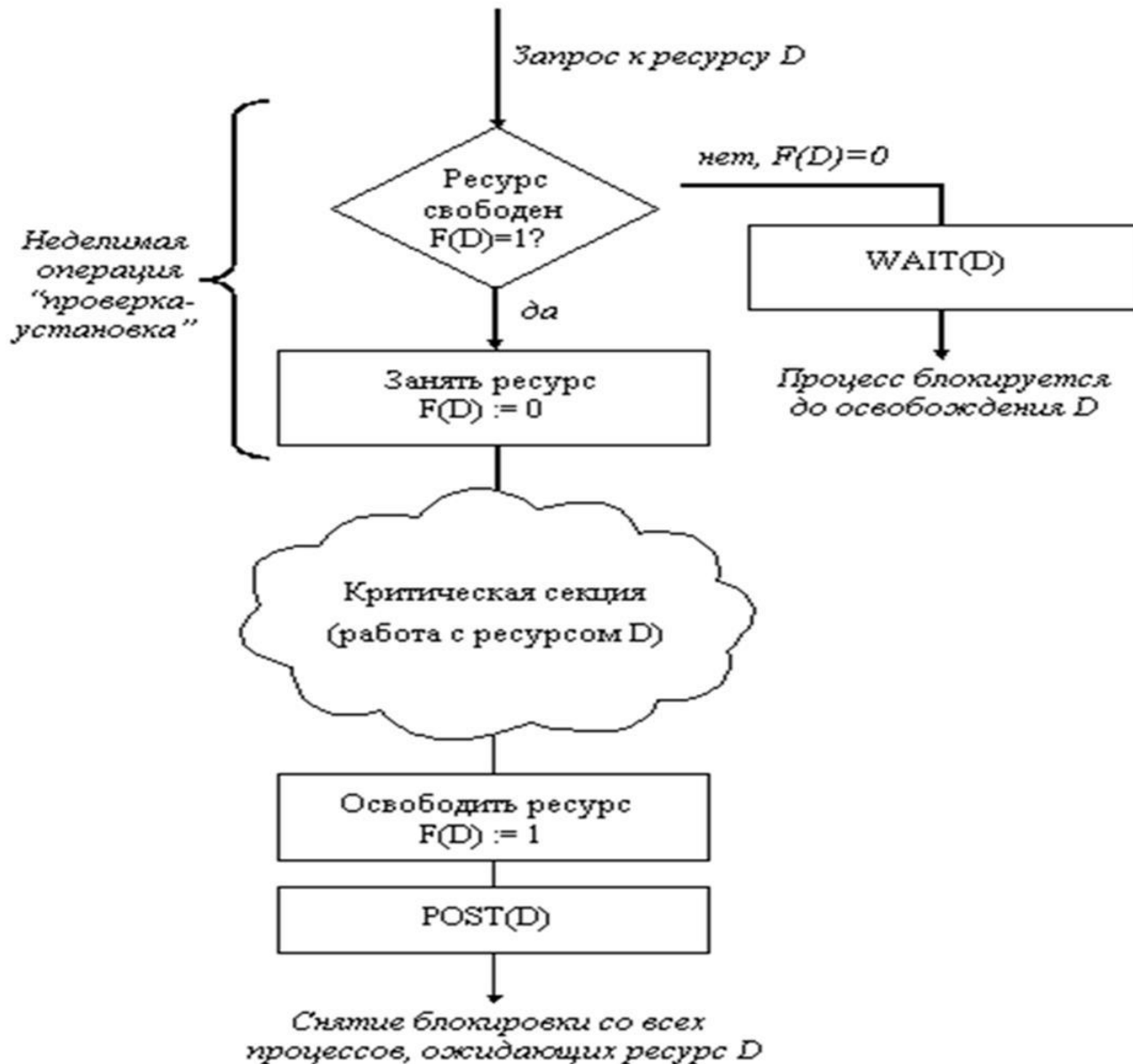
3.10. Необходимость синхронизации процессов



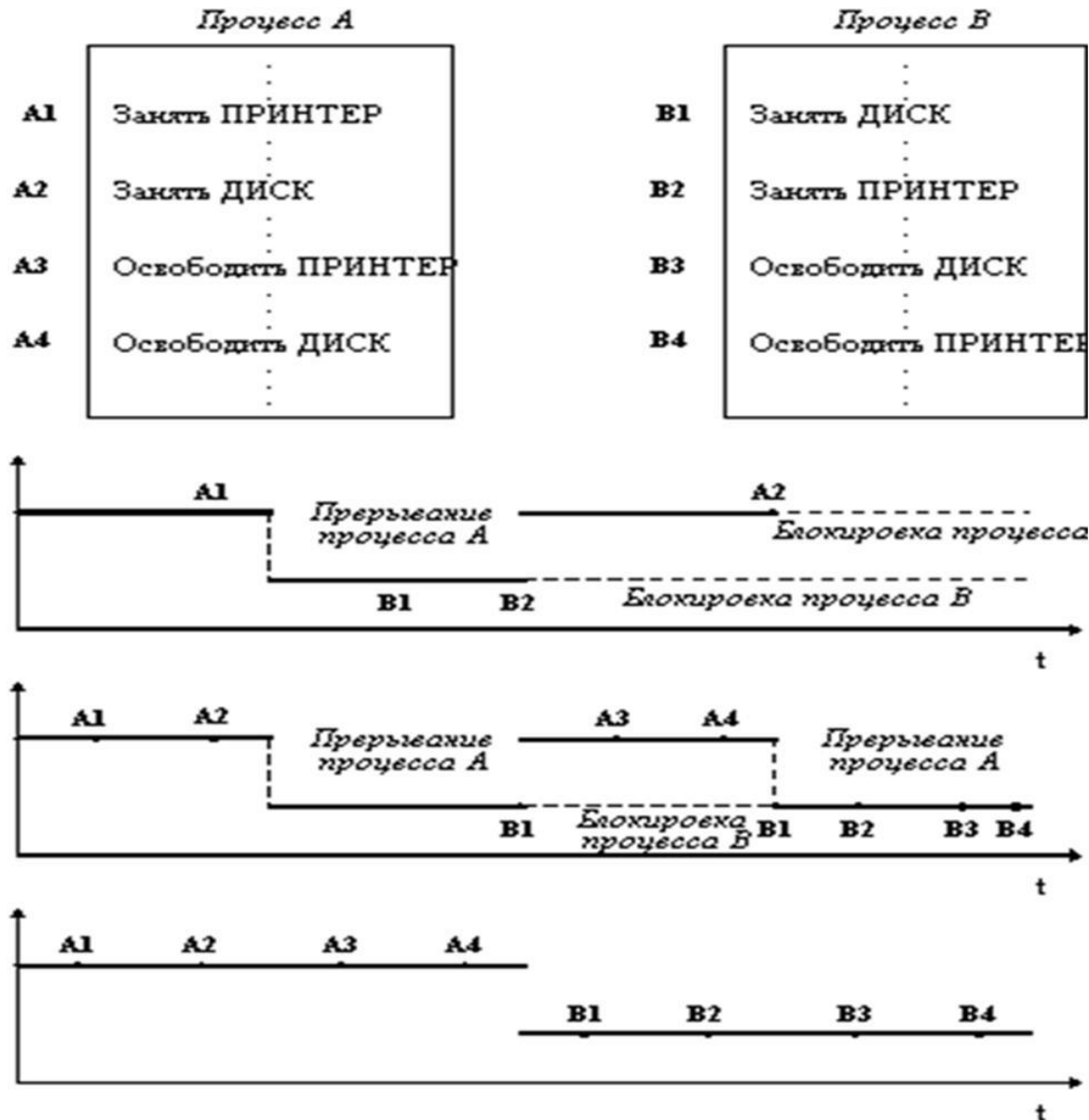
3.11. Критическая секция с блокирующей переменной



3.12. Критическая секция с использованием системных функций



3.13. Тупики при взаимодействии процессов



3.14. Потоки в ОС

Задача, решаемая в рамках одного процесса, может обладать **внутренним параллелизмом**, который позволяет ускорить ее решение. Например, при обращении к внешнему устройству на время этой операции можно не блокировать полностью выполнение процесса, а продолжить вычисления по другой «ветви».

Для этих целей в современных ОС используется механизм **многопоточной (многонитевой) обработки (multithreading)**.

Поток – наименьшая единица обработки, исполнение которой может быть назначено ядром операционной системы. Ядро ОС позволяет программистам управлять потоками через интерфейс системных вызовов.

Задача, оформленная в виде **нескольких потоков** в рамках одного процесса, может быть выполнена быстрее²⁷.

3.15. Создание потоков

Потоки имеют собственные:

программный счетчик, стек, регистры, потоки-потомки, состояние.

Потоки разделяют:

адресное пространство, глобальные переменные, открытые файлы, таймеры, семафоры, статистическую информацию.

При создании потоков ОС генерирует специальную информационную структуру – **описатель потока**, который содержит идентификатор потока, данные о правах доступа и приоритете, о состоянии потока и другую информацию. Описатель потока можно разделить на две части: **атрибуты блока управления и контекст потока**. В случае многопоточной системы процессы контекста не имеют, так как им не выделяется процессор.

4.1. Функции ОС по управлению ОП

Оперативная память – важнейший ресурс вычислительной системы, требующий управления со стороны ОС. Причина – процессы и потоки хранятся и обрабатываются в оперативной памяти.

Память распределяется между приложениями и модулями самой операционной системы.

Функции ОС по управлению оперативной памятью:

- Отслеживание наличия свободной и занятой памяти;
- Контроль доступа к адресным пространствам процессов;
- Вытеснение кодов и данных из оперативной памяти на диск, когда размеров памяти недостаточно для размещения всех процессов, и возвращение их обратно;
- Настройка адресов программы на конкретную область физической памяти;
- Защита выделенных областей памяти процессов от взаимного вмешательства.

Часть ОС, которая отвечает за управление памятью, называется **менеджером памяти**.

4.2. Типы адресов ОП

Символьные имена являются идентификаторами переменных в программе.

Виртуальные адреса – это условные адреса, вырабатываемые транслятором исходного кода в объектный код. В простейшем случае транслятор может выполнять преобразование символьных имен непосредственно в физические адреса.

Физические адреса - это номера байтов в оперативной памяти. Эти номера выставляются процессором на адресную шину при доступе к оперативной памяти.

4.3. Преобразование адресов ОП

Преобразование виртуального адреса в физический адрес может выполняться **двумя способами**.

Перемещающий загрузчик загружает программу в последовательные байты с некоторого базового адреса и настраивает смещения внутри программы относительно этого адреса.

Динамическое преобразование происходит при каждом обращении по виртуальному адресу в реальном времени выполнения программы. Для такого преобразования используется аппаратура компьютера и операционная система.

4.4. Методы управления ОП

Существует **два основных подхода** к реализации процедур управления ОП: **с использованием дискового пространства и без использования дискового пространства.**

Методы фиксированных разделов, динамических разделов и перемещаемых разделов не используют дисковое пространство.

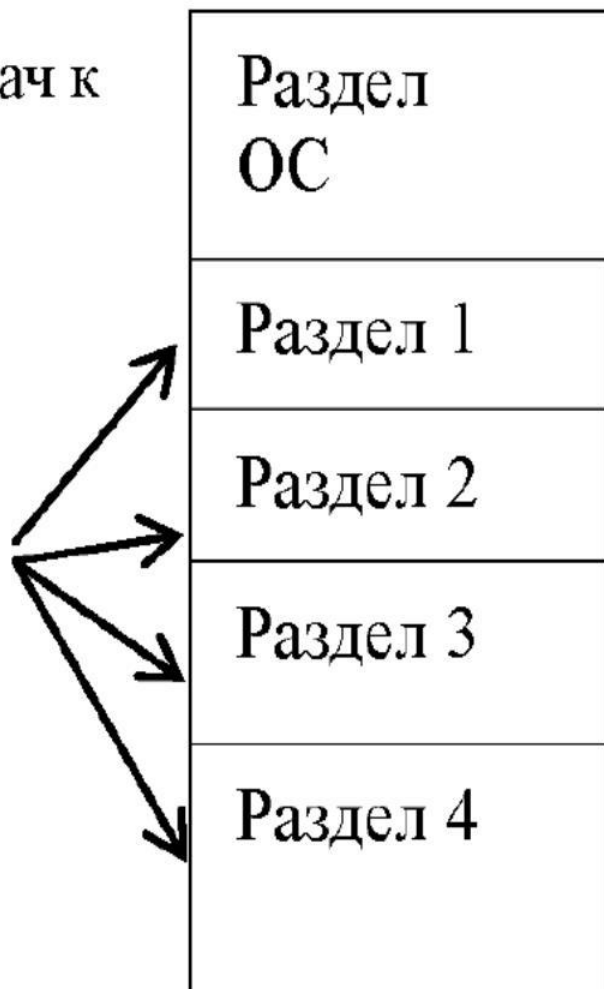
Страничный, сегментный и сегментно-страничный метод используют дисковую память.

Специальными приемами управления памятью являются **свопинг и кэширование.**

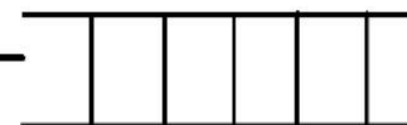
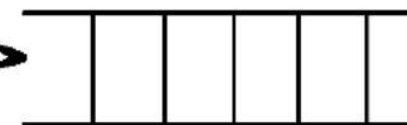
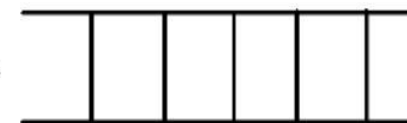
4.5. Метод фиксированных разделов

Физическое адресное пространство

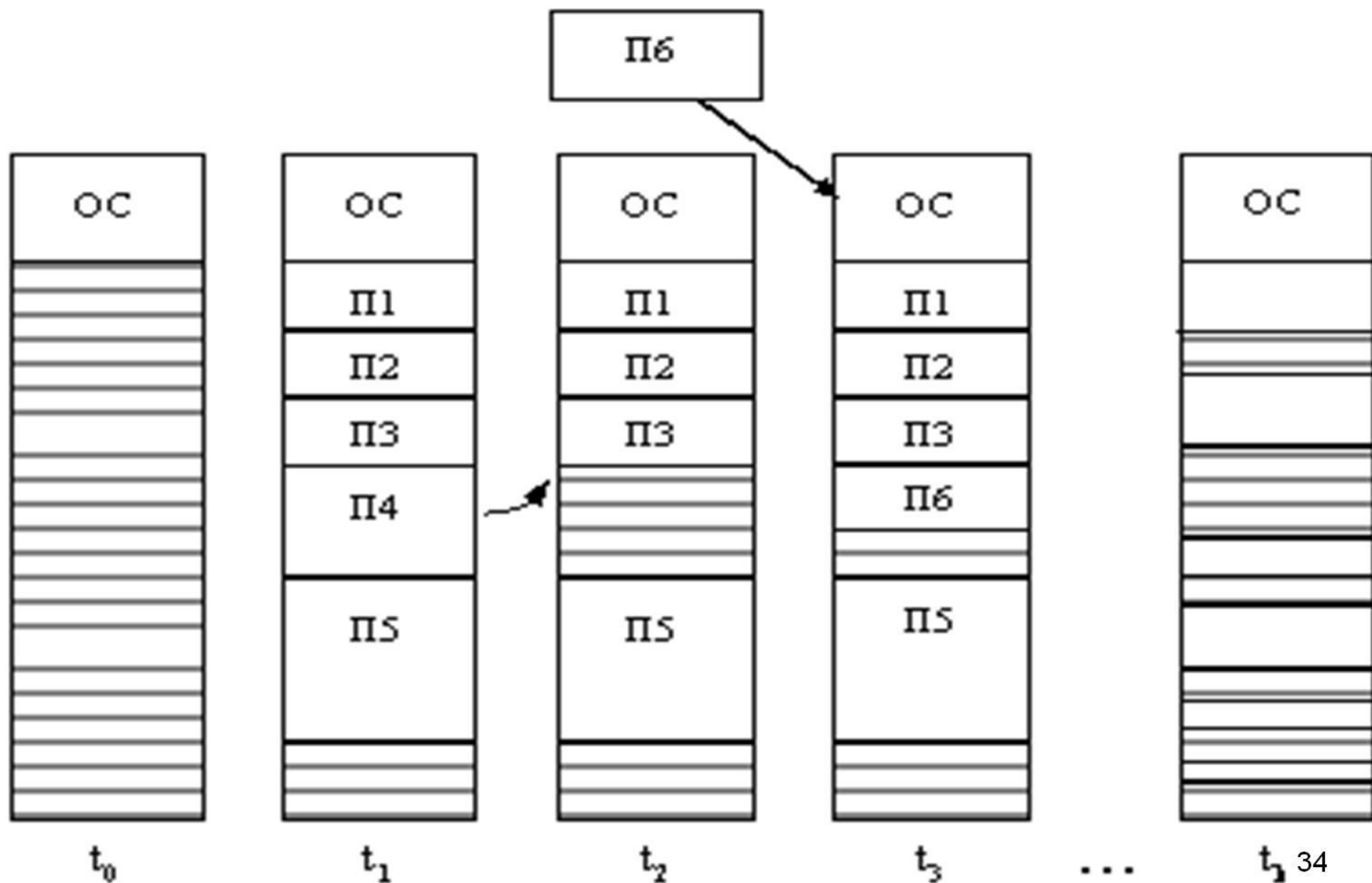
Общая очередь задач к разделам



Индивидуальные очереди задач к разделам



4.6. Метод динамических разделов

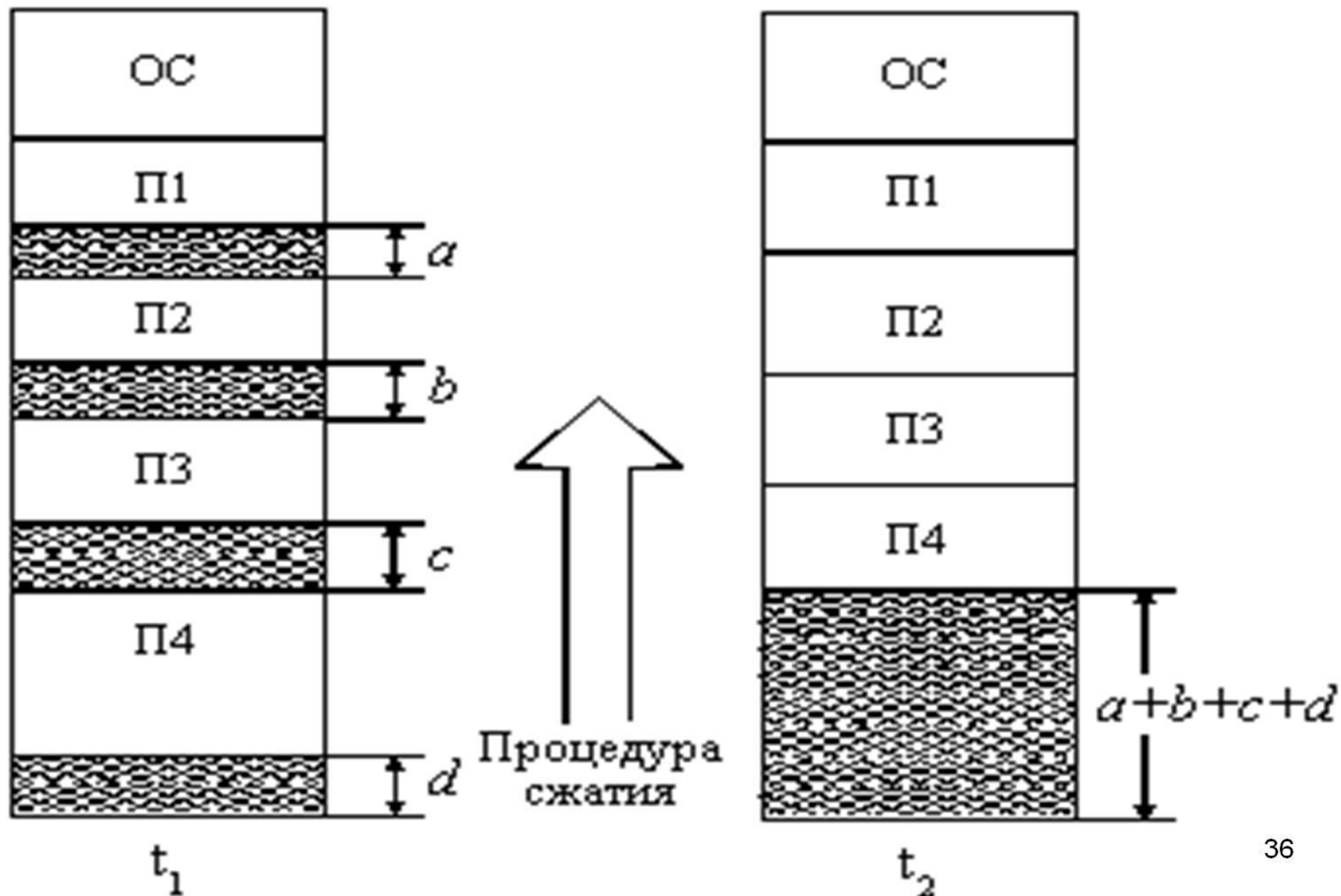


4.7. Реализация динамических разделов

Действия ОС:

- ведение таблиц свободных и занятых областей, в которых указываются начальные адреса и размеры участков памяти;
- при поступлении нового процесса - просмотр таблицы свободных областей и выбор раздела, размер которого достаточен для размещения поступившего процесса;
- загрузка процесса в выделенный ему раздел и корректировка таблиц свободных и занятых областей;
- после завершения процесса корректировка таблиц свободных и занятых областей.

4.8. Метод перемещаемых разделов



4.9. Виртуальная память

Виртуальная память - это совокупность программно-аппаратных средств, позволяющих выполнять процессы, у которых размер исполняемого кода и используемых данных превосходит имеющуюся оперативную память.

Виртуальная память решает **следующие задачи:**

- **размещает** исполняемый код и данные в ЗУ разного типа, например, часть в ОП, а часть на диске;
- **перемещает** по мере необходимости исполняемый код и данные между ЗУ;
- **преобразует** виртуальные адреса в физические.

4.10. Страничная организация памяти

Виртуальные адресные пространства процессов

Страница 11
Страница 12
Страница 13

Страница 21
Страница 22
Страница 23

Таблицы страниц процессов

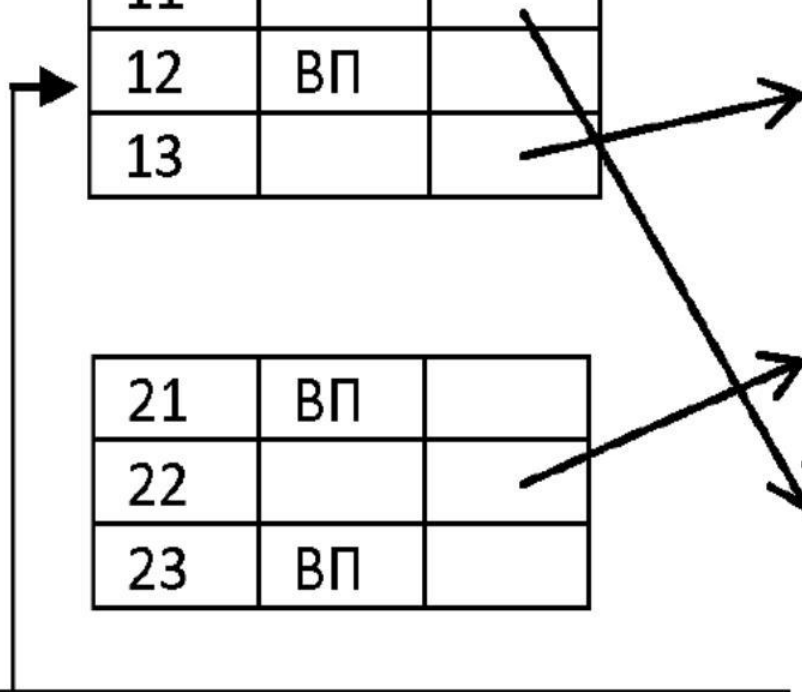
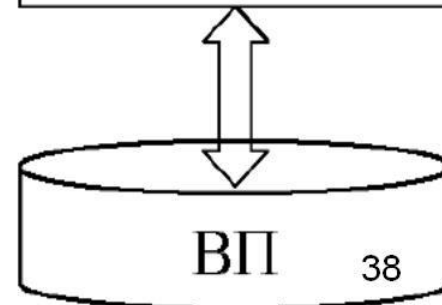
11		
12	ВП	
13		

21	ВП	
22		
23	ВП	

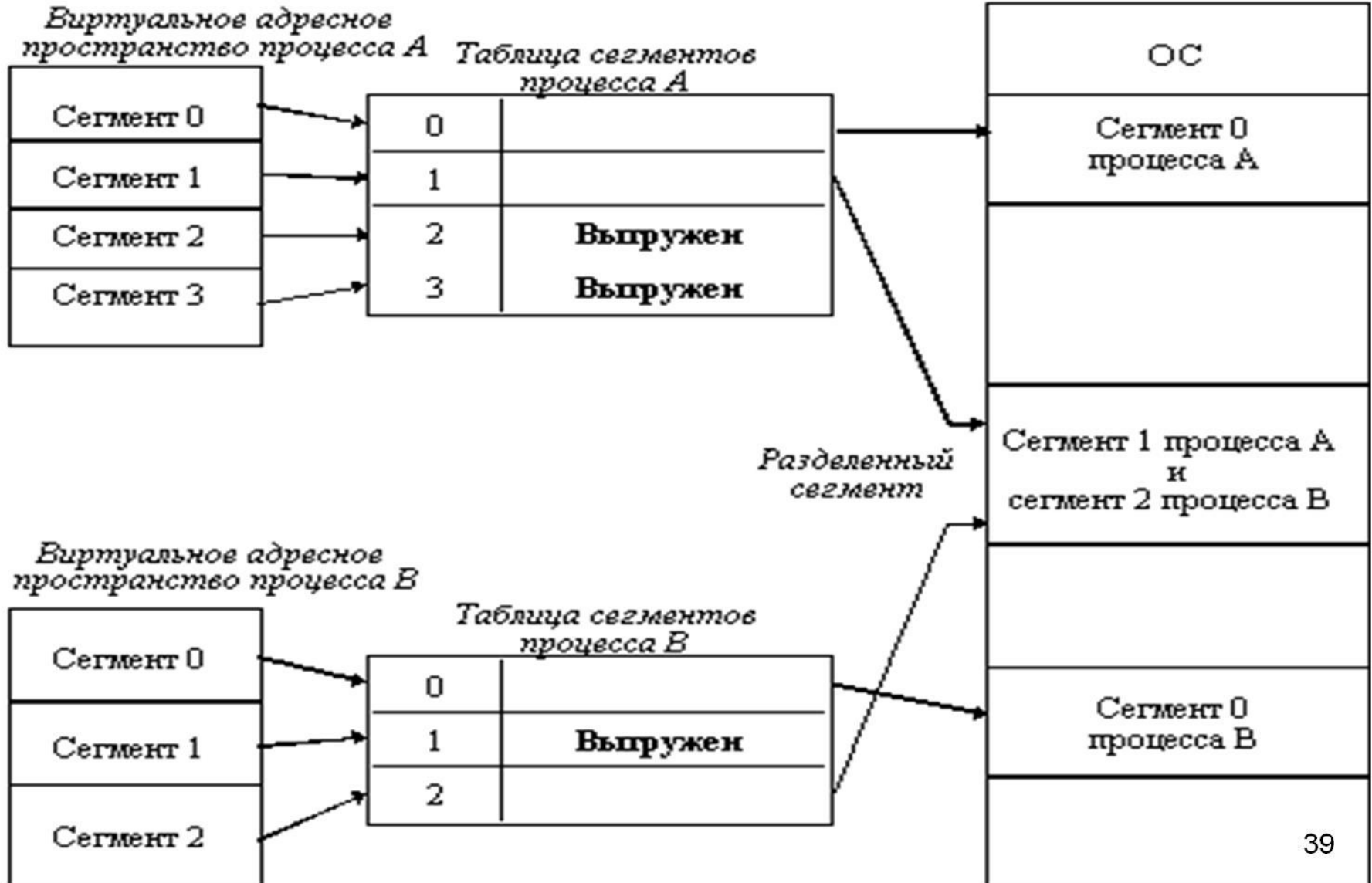
Таблица активного процесса

Физическое адресное пространство

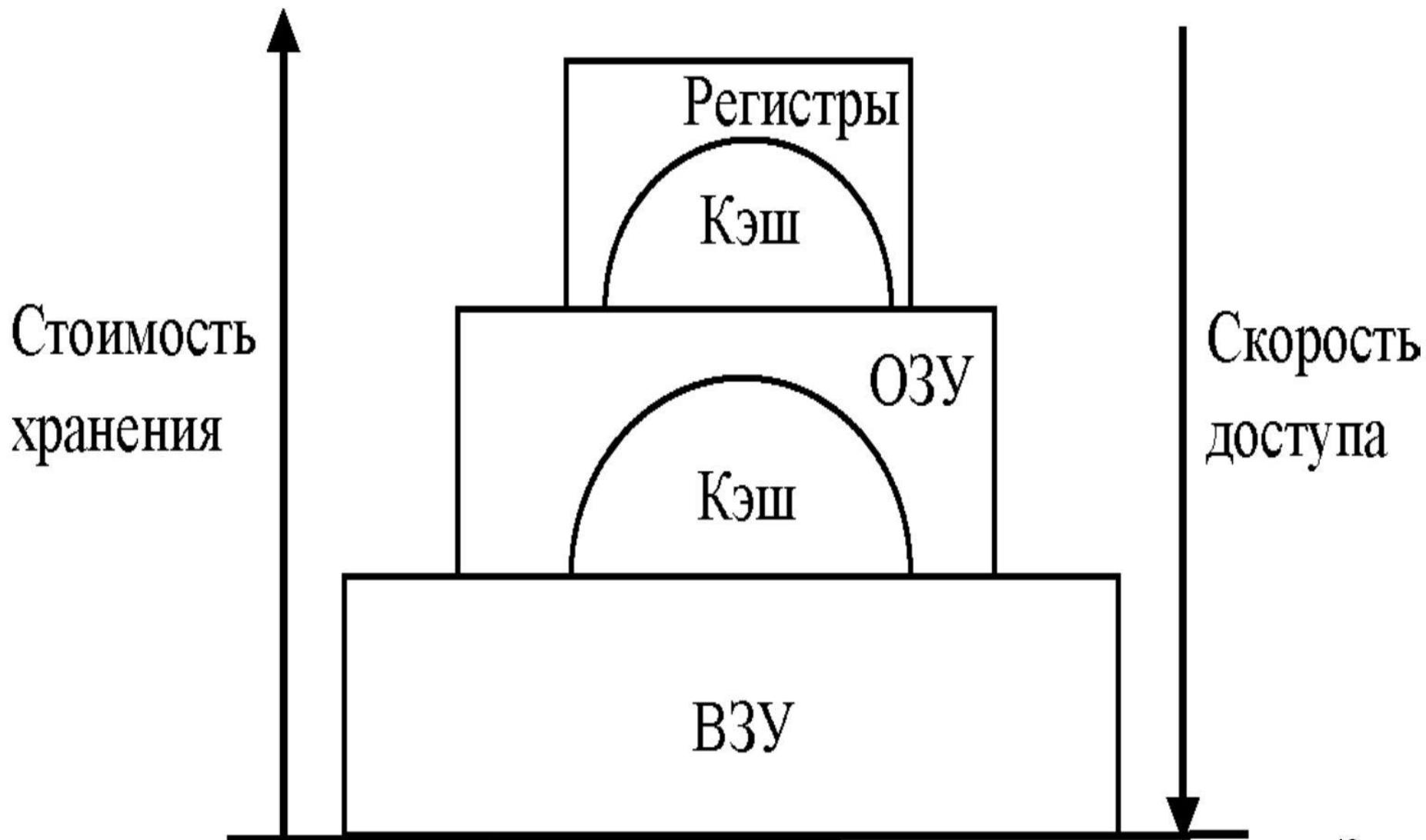
Страница 13
Страница 22
Страница 11



4.11. Сегментная и сегментно-страничная организация памяти



4.12. Иерархия памяти и кэш-память



4.13. Схема работы кэш-памяти



Структура кэш-памяти

Адрес данных в основной памяти	Данные	Управляющая информация

5.1. Типы устройств ввода-вывода

При построении **систем ввода/вывода** является важным, какими ***единицами*** данных осуществляется обмен с устройствами. Устройства обычно принято разделять по типу ***единиц обмена*** и соответствующему им интерфейсу на следующие типы:

- **символьные** (клавиатура, модем, терминал и т.п.);
- **блочные** (магнитные и оптические диски и ленты, и т.д.);
- **сетевые** (сетевые карты);
- **все остальные** (таймеры, графические дисплеи, телевизионные устройства, видеокамеры и т.п.)

5.2. Файловые системы ОС

Файловая система – подсистема ОС, обеспечивающая пользователю удобный интерфейс при работе с данными, хранящимися на диске, и обеспечивающая совместное использование файлов несколькими пользователями и процессами.

В состав файловой системы входят:

- **совокупность всех файлов на дисках;**
- **структуры данных, используемых для управления файлами** (каталоги файлов, дескрипторы файлов, таблицы распределения свободного и занятого пространства на дисках и т.д.);
- **комплекс системных программных средств, реализующих управление файлами**, а именно создание, уничтожение, чтение, запись, именованное, поиск и другие операции над файлами

5.3. Логический и физический уровни ФС

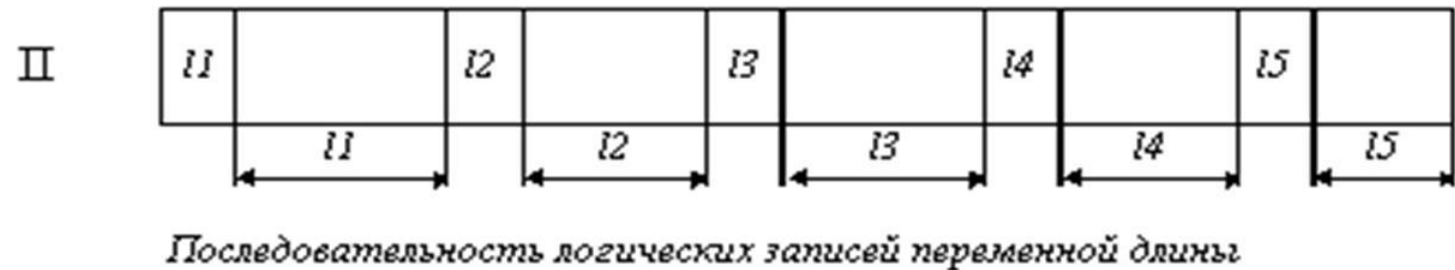
ФС на логическом уровне предоставляет интерфейс программирования в соответствии с той логической структурой, которую имеет виртуальный файл.

ФС на физическом уровне выполняет перевод виртуальных файловых адресов в реальные адреса, соответствующие физическим адресам на носителях. Этот уровень отслеживает *размещение* файлов на внешней памяти и управляет *распределением* пространства внешней памяти.

На логическом уровне файлы бывают **байт-ориентированные**, состоящие из записей **фиксированной, переменной или неопределенной** длины.

По организации доступа файлы бывают **последовательные** и с **прямым доступом** по значению ключа

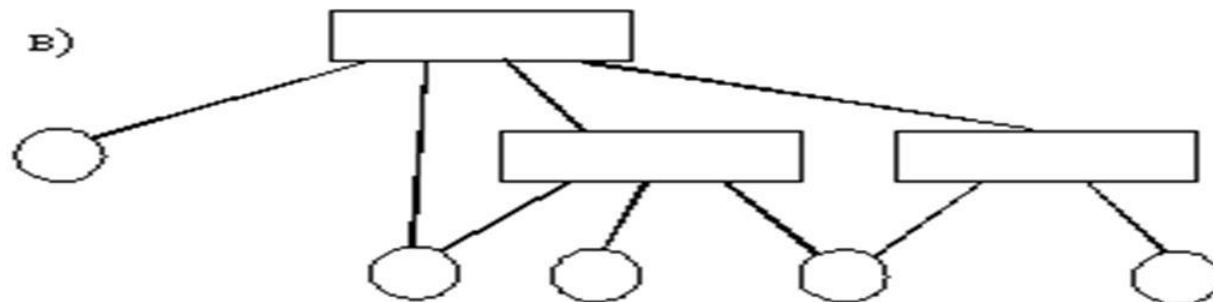
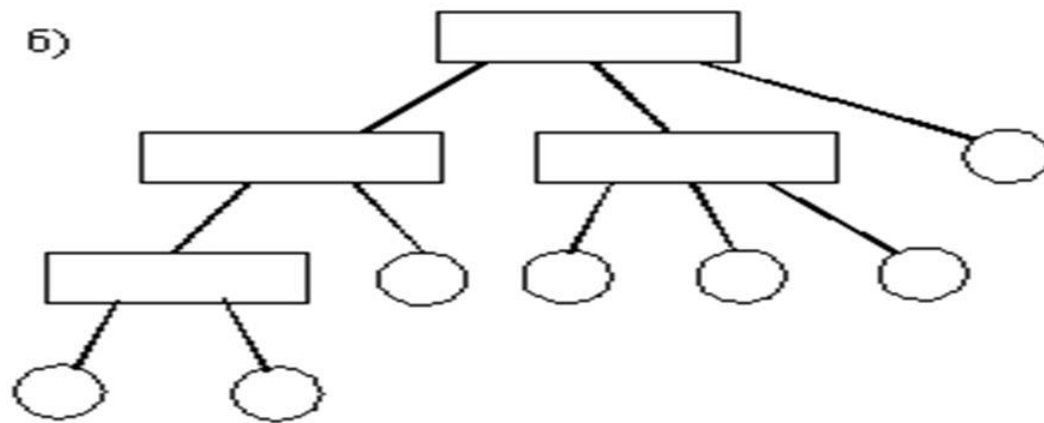
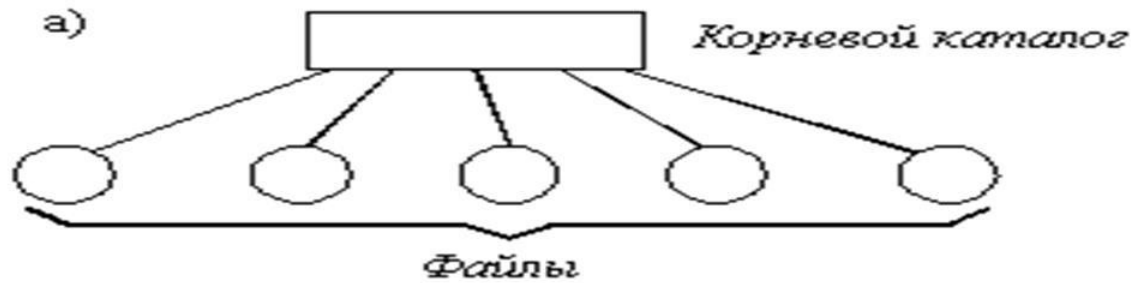
5.4. Логическая организация файлов



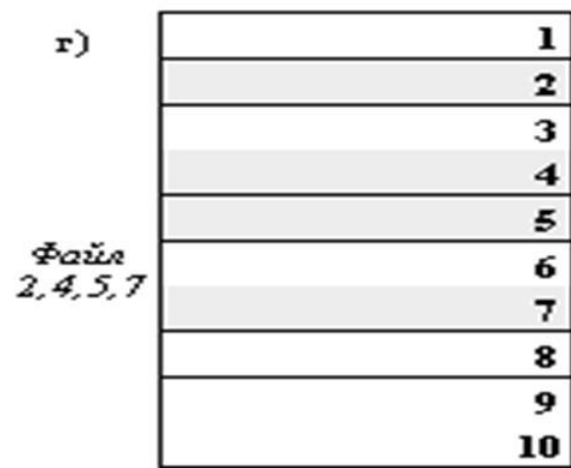
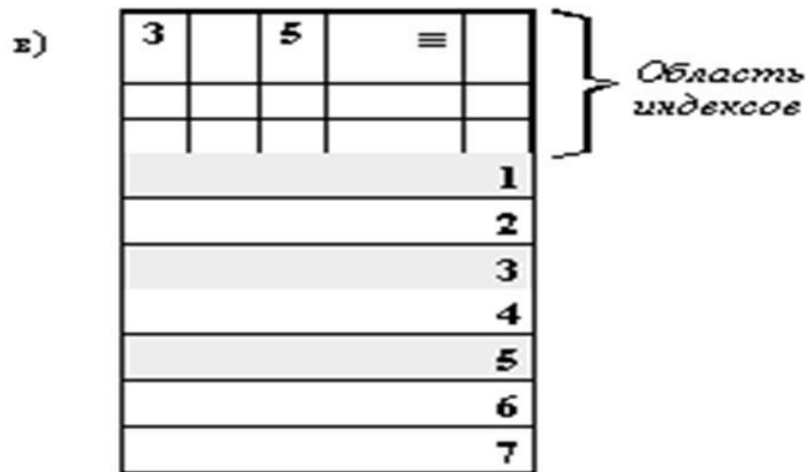
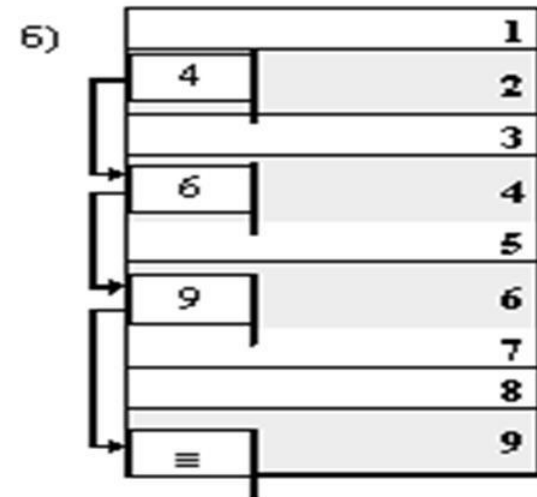
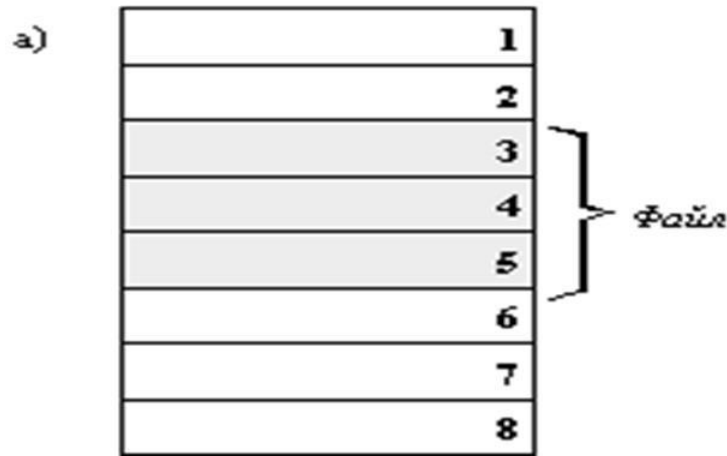
Индекс	1	2	3	4	5	6
Адрес	21	201	315	661	670	715

Индекс \equiv ключ

5.5. Логическая организация файловой системы



5.6. Физическая организация файлов



а - непрерывное размещение; б - связанный список блоков;
в - связанный список индексов; г - перечень номеров блоков

5.7. Матрица прав доступа к файлам

Имена файлов

	modem.txt	win.exe	class.dbf	unix.ppt
kira	ЧИТАТЬ	ВЫПОЛНЯТЬ	—	ВЫПОЛНЯТЬ
genya	ЧИТАТЬ	ВЫПОЛНЯТЬ	—	ВЫПОЛНЯТЬ ЧИТАТЬ
nataly	ЧИТАТЬ	—	—	ВЫПОЛНЯТЬ ЧИТАТЬ
victor	ЧИТАТЬ ПИСАТЬ	—	СОЗДАТЬ	—