

Операционные системы

Тема 3. Управление памятью.

Методы, алгоритмы и средства



Тема 3. Управление памятью. Методы, алгоритмы и средства

3.1. Организация памяти современного компьютера

3.2. Функции операционной системы по управлению памятью

3.3. Алгоритмы распределение памяти

3.3.1. Классификация методов распределения памяти

3.3.2. Распределение памяти фиксированными разделами

3.3.3. Распределение памяти динамическими разделами

3.3.4. Распределение памяти перемещаемыми разделами

3.4. Виртуальная память

3.4.1. Методы структуризации виртуального адресного пространства

3.4.2. Страничная организация виртуальной памяти

3.4.3. Оптимизация функционирования страничной виртуальной памяти

3.4.4. Сегментная организация виртуальной памяти



3.1. Организация памяти современного компьютера

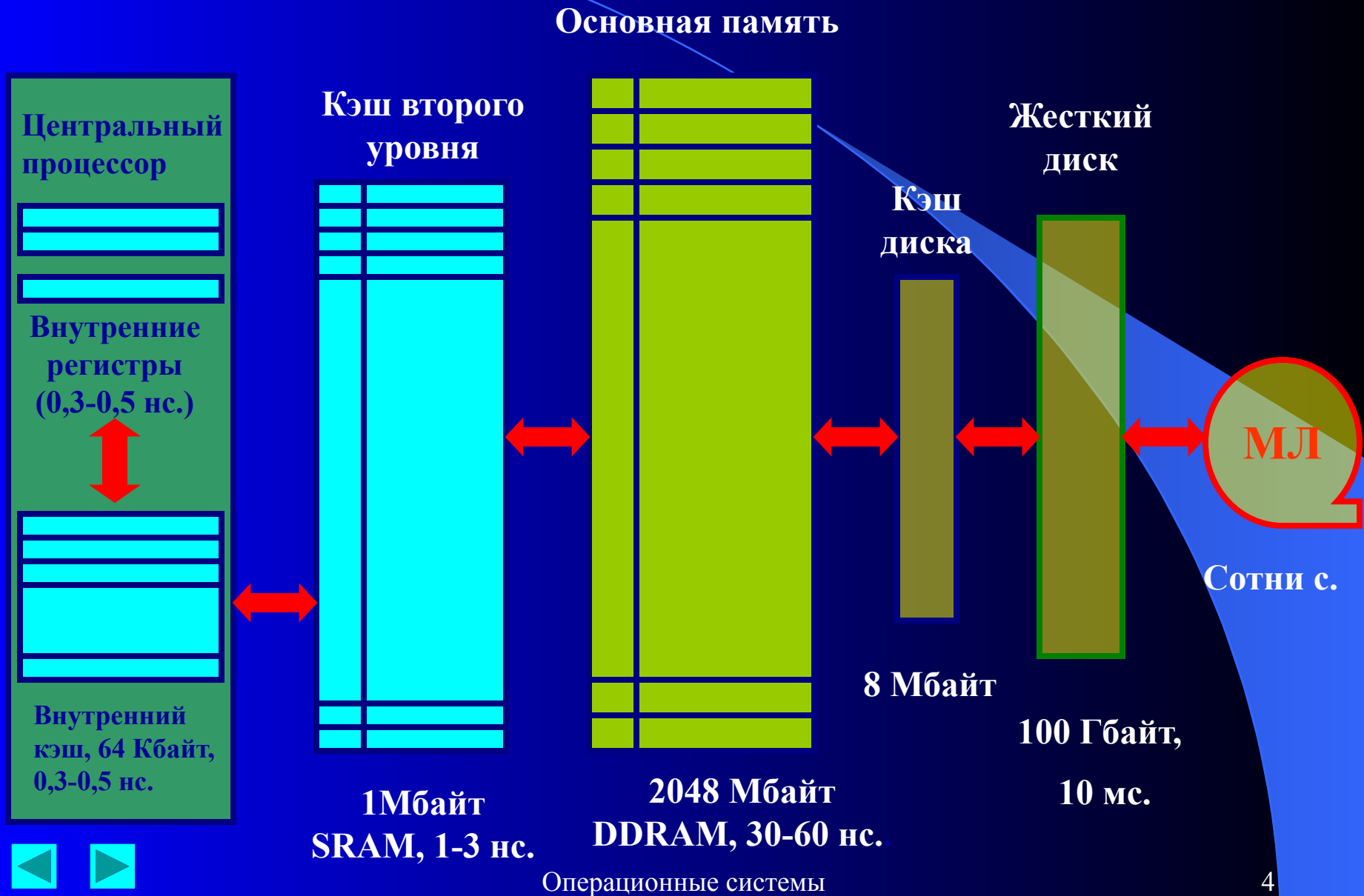
3.1.1. Логическая организация памяти: Линейное (одномерное) адресное пространство, отражающее особенности аппаратного обеспечения, но не соответствующее современной технологии создания программного обеспечения.

Для эффективной работы с пользовательскими программами необходимо чтобы:

- ❑ Модули могли быть созданы и скомпилированы независимо друг от друга, при этом все ссылки из одного модуля в другой разрешаются системой во время работы программы.
- ❑ Разные модули могли получать разные степени защиты (только чтение, только исполнение и т. п.) за счет весьма умеренных накладных расходов.
- ❑ Возможно применение механизма, обеспечивающего совместное использование модулей разными процессами (для случая сотрудничества разных процессов в работе над одной задачей).

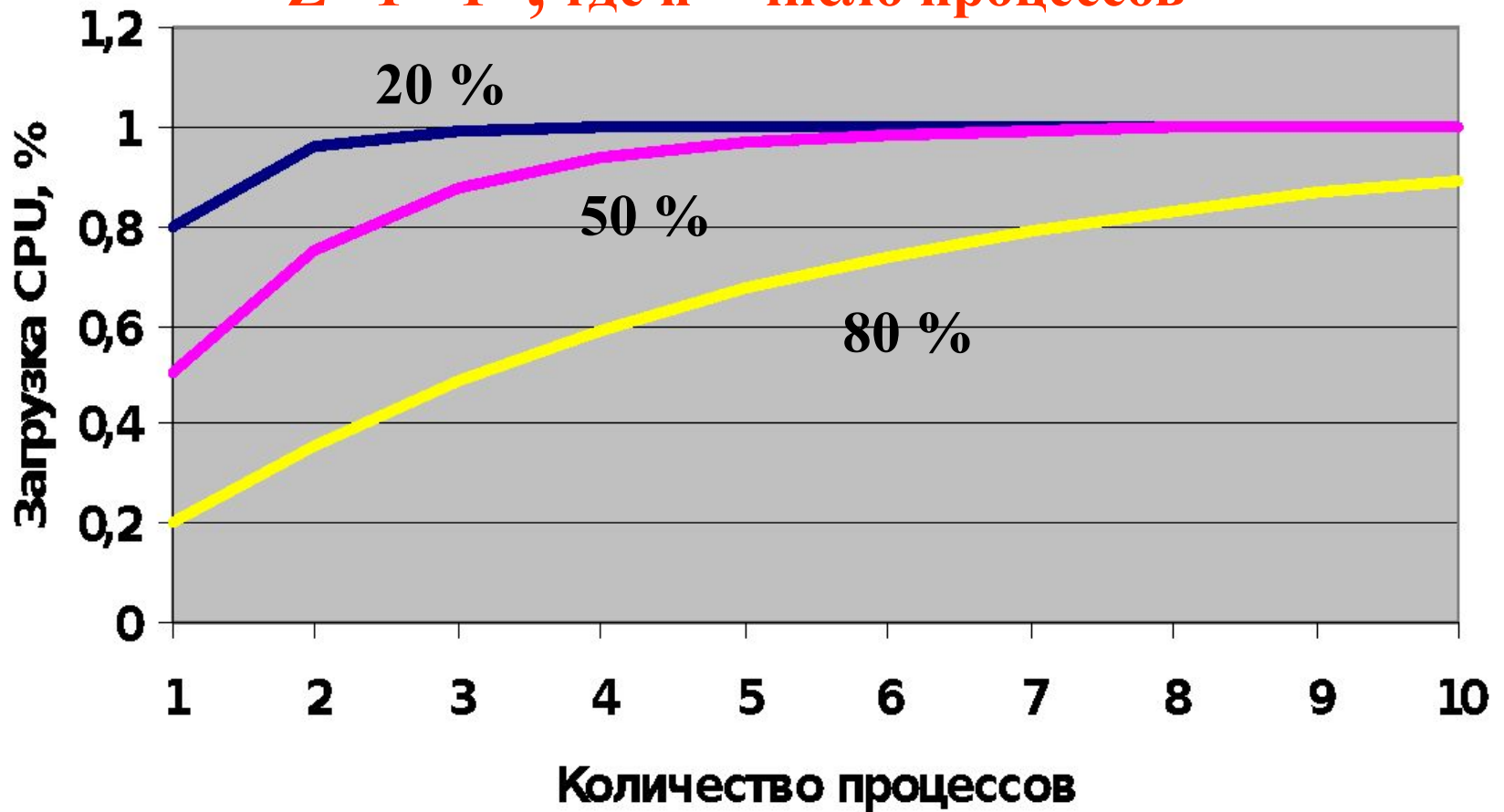


3.1.2. Физическая организация памяти



Зависимость загрузки процессора от количества процессов в памяти

$Z = 1 - P^n$, где n – число процессов



3.1.3. Виртуальная память

Виртуализация оперативной памяти осуществляется совокупностью аппаратных и программных (ОС) средств вычислительной системы автоматически без участия программиста и не сказывается на работе приложения.

Методы виртуализации памяти: свопинг (swapping), виртуальная память (virtual memory).

Достоинства свопинга: малые затраты времени на преобразование адресов в кодах программ. Недостатки: избыточность перемещаемых данных, замедление работы системы, неэффективное использование памяти, невозможность загрузить процесс, адресное пространство которого превышает объем свободной оперативной памяти.

Недостатки виртуальной памяти: необходимость преобразования виртуальных адресов в физические, сложность аппаратной и программной (ОС) поддержки.



3.2. Функции операционной системы по управлению памятью



Распределение памяти в однопрограммных ОС

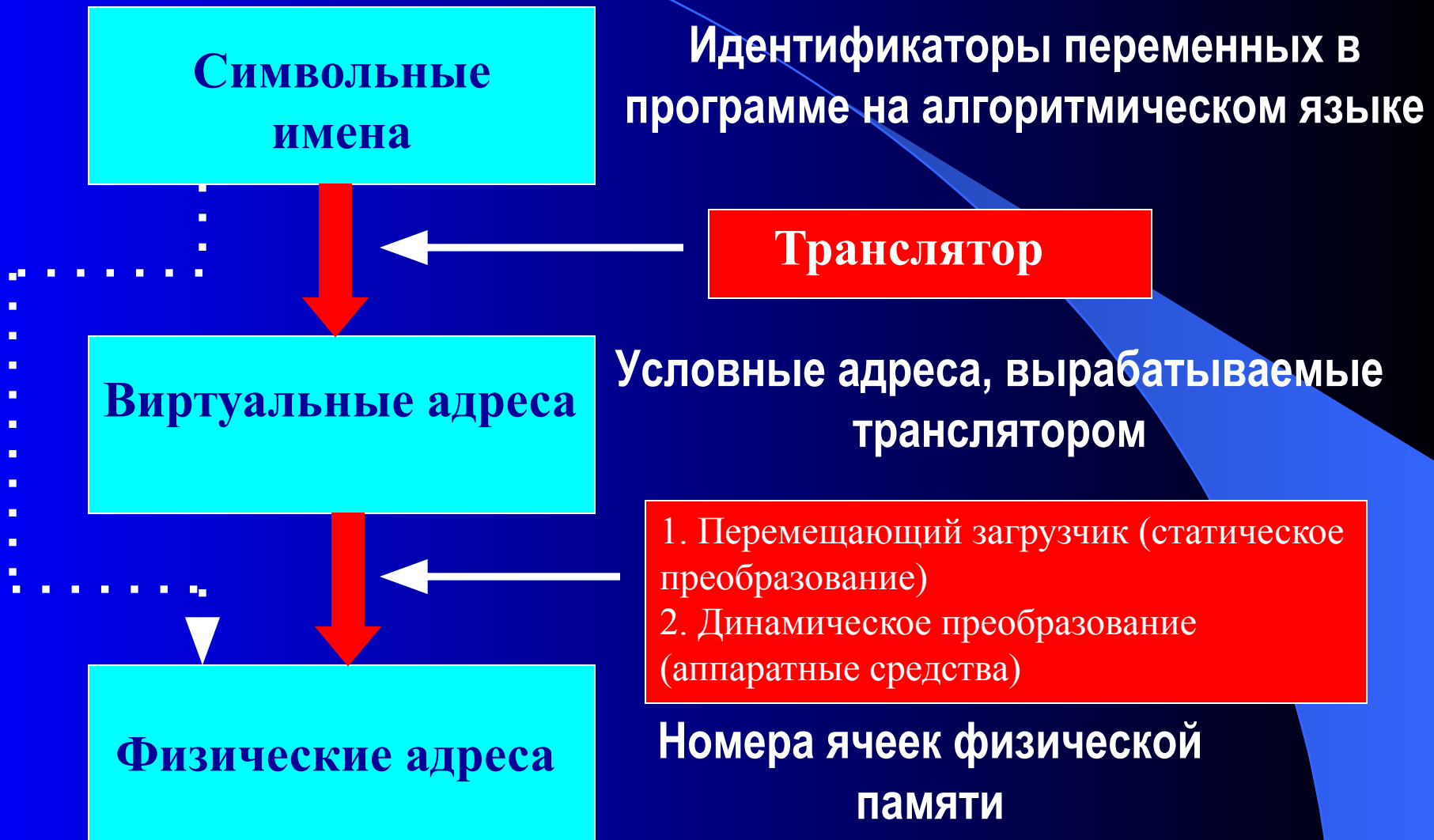


Функции операционной системы по управлению памятью в мультипрограммных системах

- 1 отслеживание (учет) свободной и занятой памяти;
- 2 первоначальное и динамическое распределение памяти процесса приложений и сомой ОС;
- 3 освобождение памяти при завершении процессов;
- 4 настройка адресов программы на конкретную область физической памяти;
- 5 полное или частичное вытеснение кодов и данных процессов из ОП на диск, когда размеры ОП недостаточны для размещения всех процессов и возвращение их в ОП;
- 6 защита памяти, выделенной процессу, от возможных вмешательств со стороны других процессов;
- 7 дефрагментация памяти.

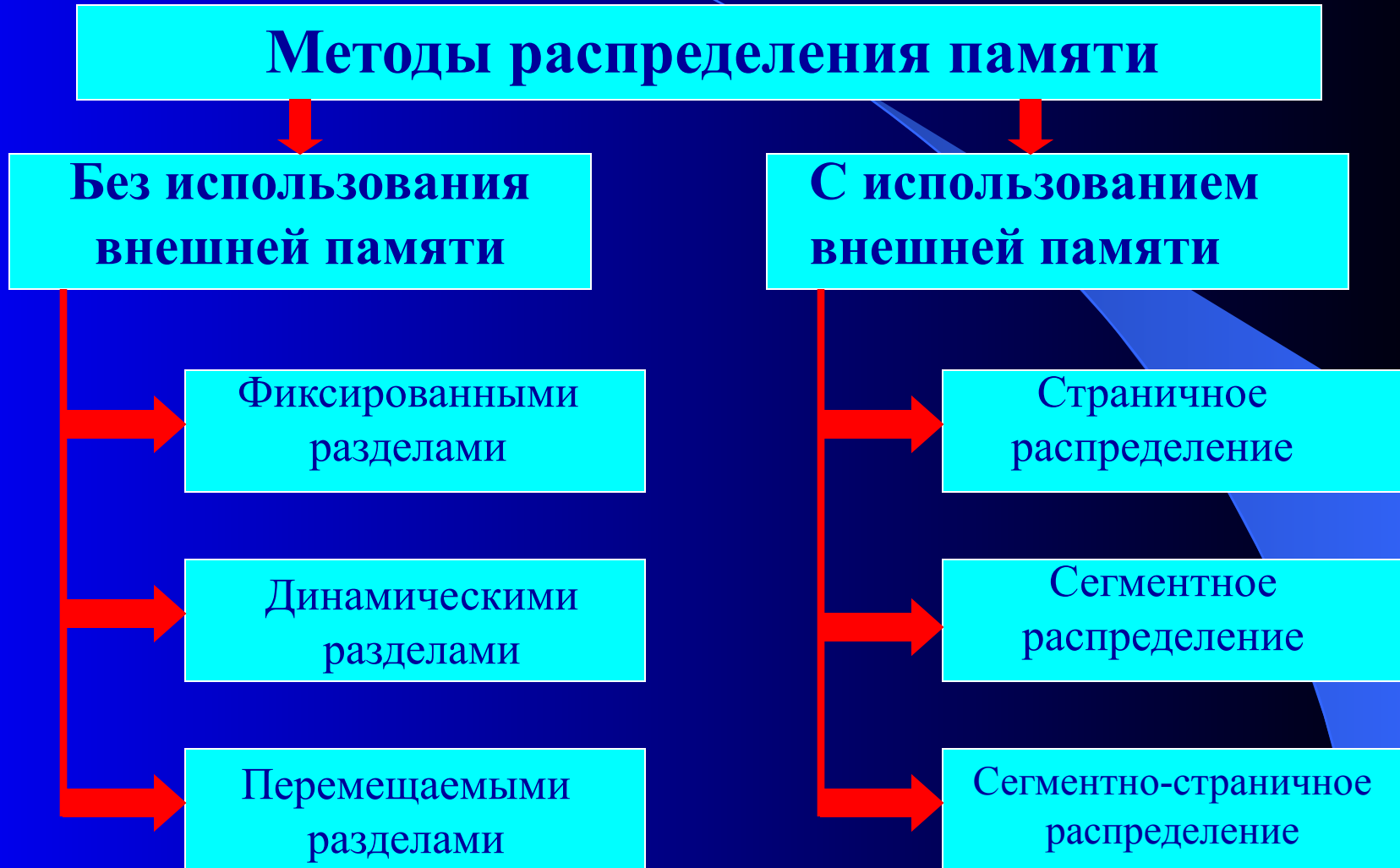


Типы адресов

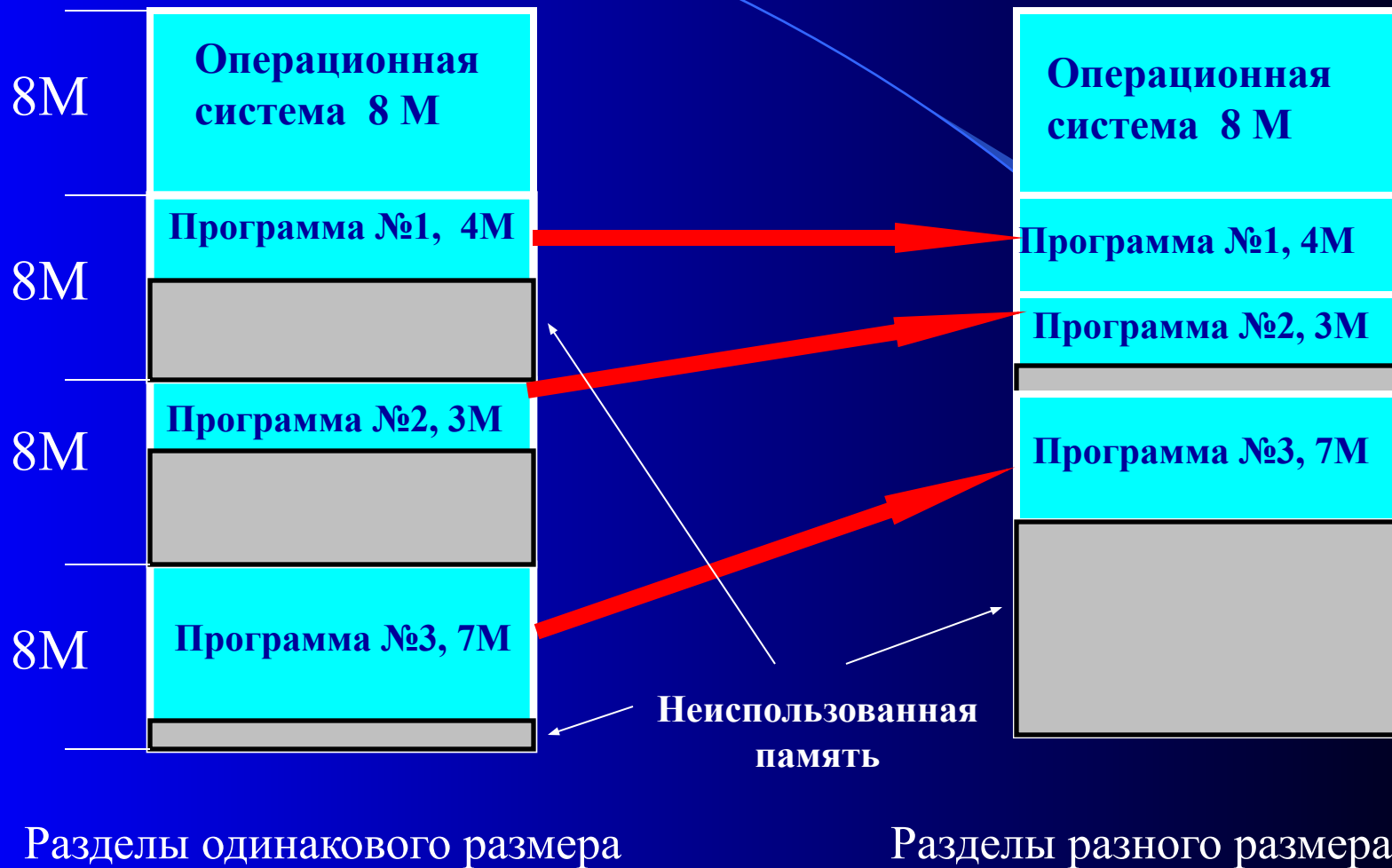


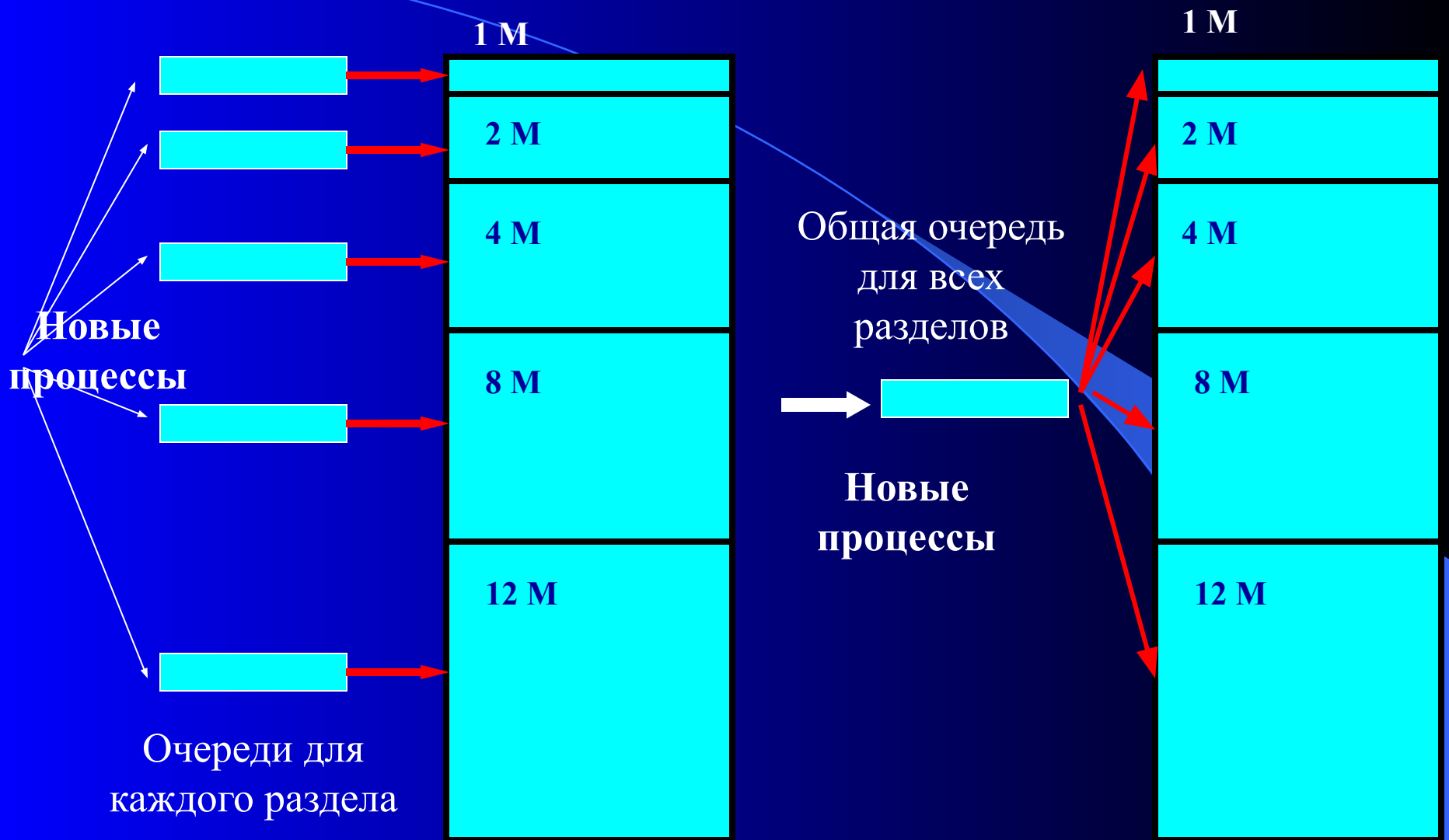
3.3. Алгоритмы распределение памяти

3.3.1. Классификация методов распределения памяти



3.3.2. Распределение памяти фиксированными разделами (MFT в OS/360)





Распределение памяти фиксированными разделами

1. Разделы одинакового размера. Недостатки:

- необходимость разработки оверлеев при больших размерах программ;
- неэффективное использование памяти (внутренняя фрагментация)

2. Разделы разного размера. Очередь к каждому разделу.

Достоинство: возможность распределения процессов между разделами с минимизацией внутренней фрагментации.

Недостаток: возможно неэффективное использование памяти за счет «простоя» больших разделов при наличии только небольших процессов.

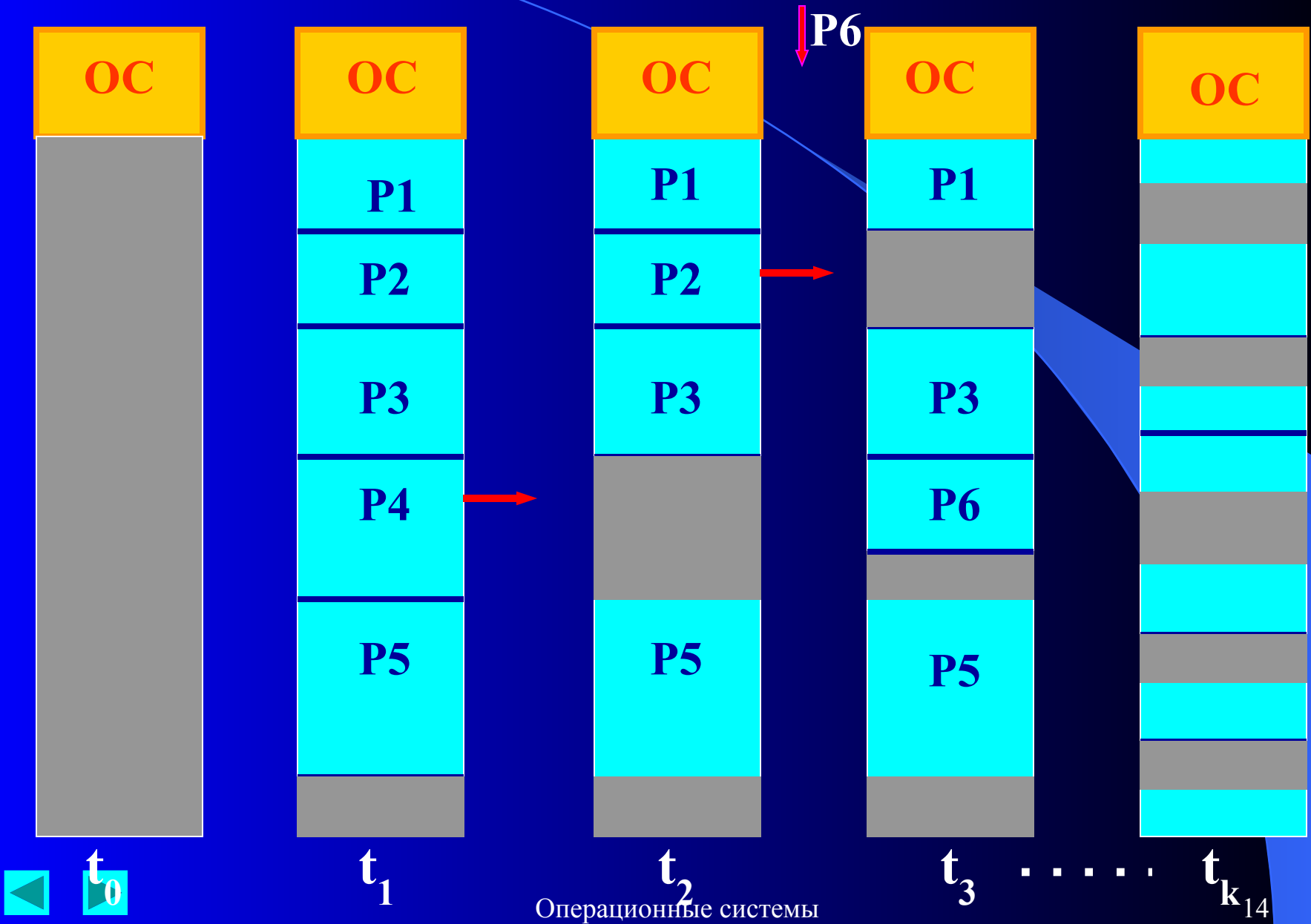
3. Разделы разного размера. Общая очередь к разделам.

Достоинство: улучшается использование памяти.

Достоинства: простота, минимальные требования к операционной системе. Недостатки: 1) количество разделов, определенных во время генерации ОС (режим MFT OS/360), ограничивает число активных процессов; 2) неэффективное использование памяти.



3.3.3. Распределение памяти динамическими разделами



Распределение памяти динамическими разделами

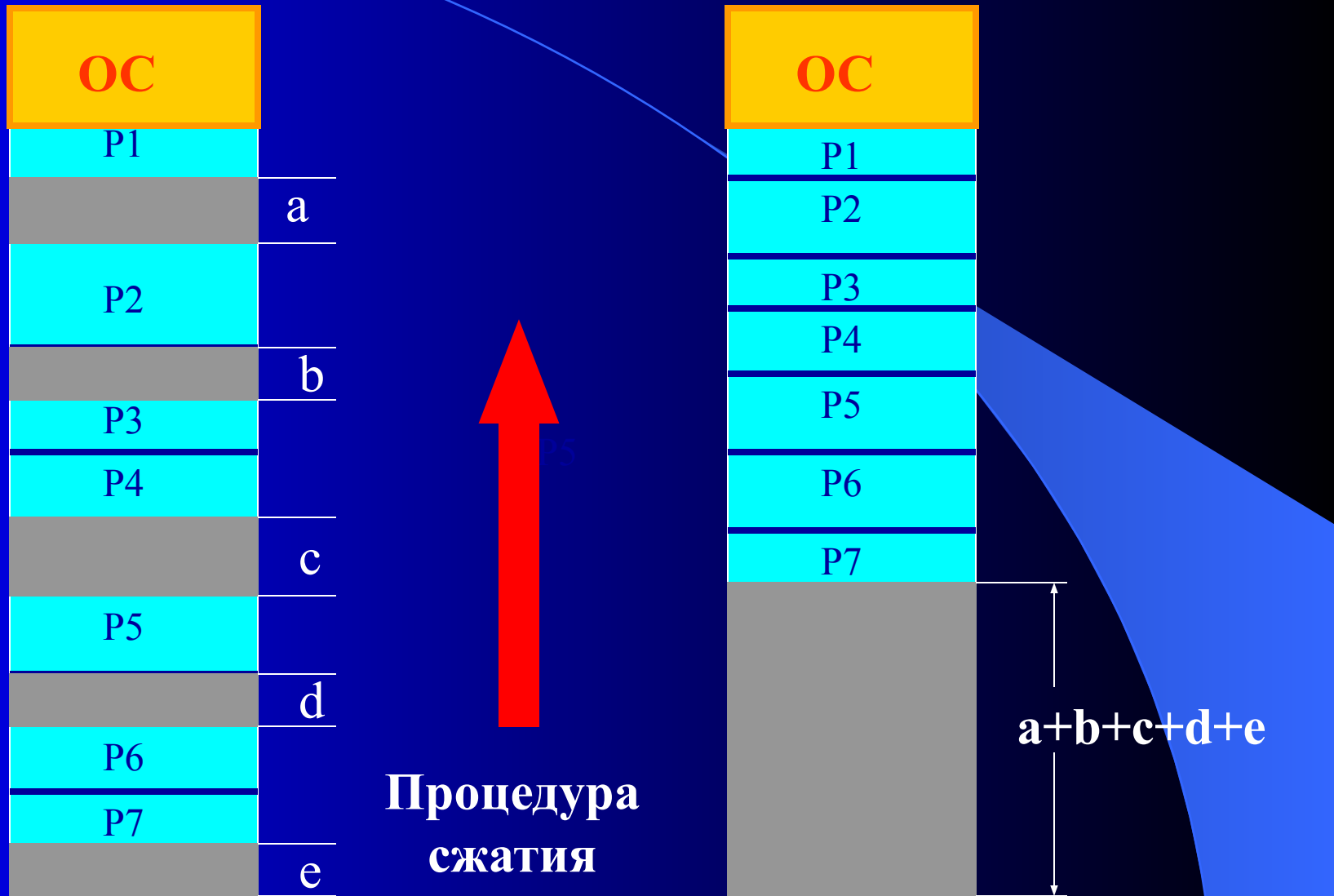
Достоинства: большая гибкость по сравнению с фиксированными разделами. Недостаток: внешняя фрагментация

Функции ОС для реализации метода MVT OS/360 (ЕС ЭВМ):

- ведение таблиц свободных и занятых областей ОП с указанием начального адреса и размера ;
- при создании нового раздела просмотр таблиц и выбор раздела, достаточного для размещения процесса (наименьший или наибольший достаточный из свободных);
- загрузка процесса в выделенный раздел и корректировка таблиц свободных и занятых областей основной памяти;
- после завершения процесса корректировка таблиц свободных и занятых областей.



3.3.4. Распределение памяти перемещаемыми разделами

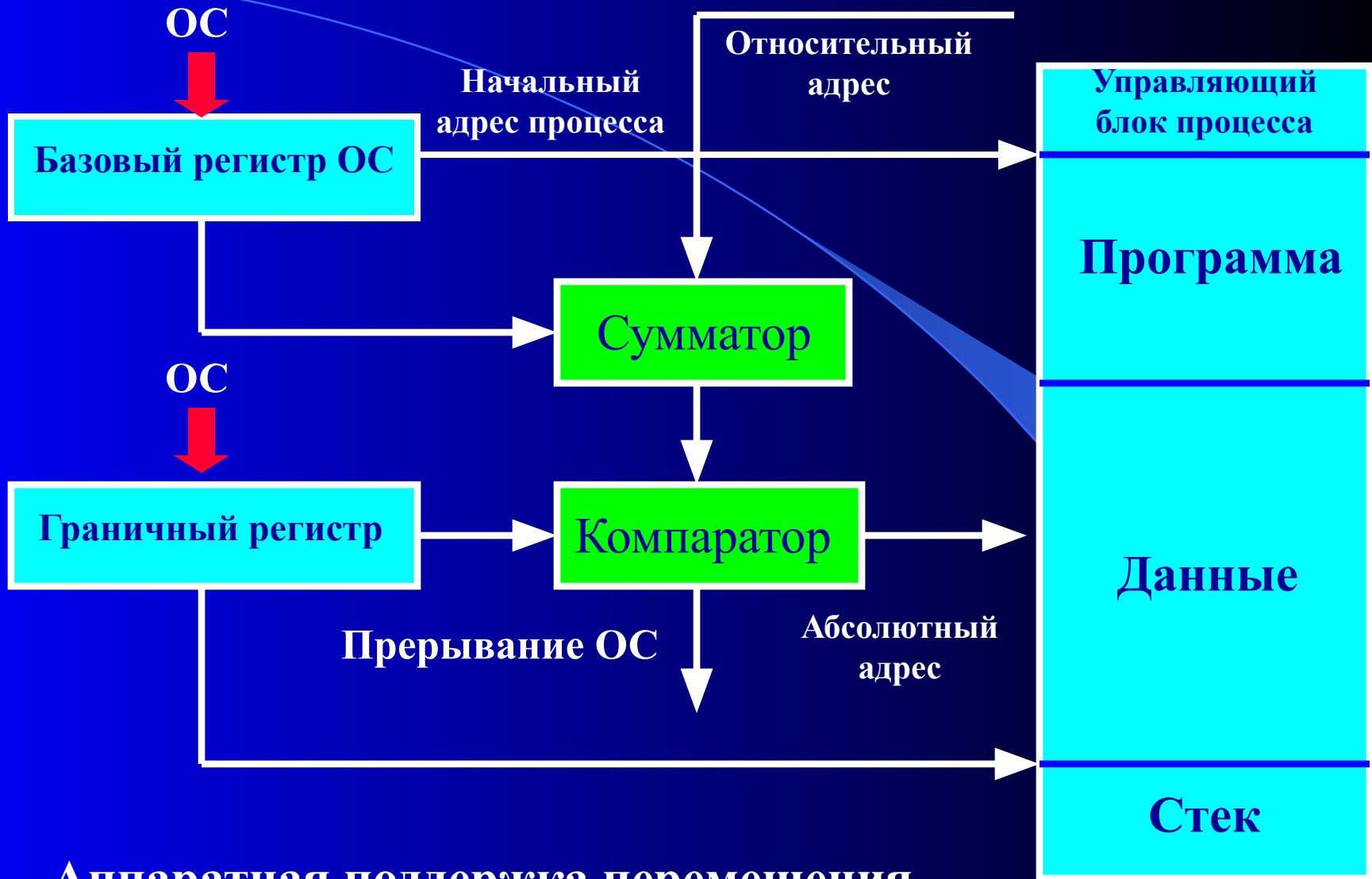


Распределение памяти перемещаемыми разделами

1. Перемещение всех занятых участков в сторону старших или младших адресов при каждом завершении процесса или для вновь создаваемого процесса в случае отсутствия раздела достаточного размера.
2. Коррекция таблиц свободных и занятых областей.
3. Изменение адресов команд и данных, к которым обращаются процессы при их перемещении в памяти за счет использования относительной адресации.
4. Аппаратная поддержка процесса динамического преобразования относительных адресов в абсолютные адреса основной памяти.
5. Защита памяти, выделяемой процессу, от взаимного влияния других процессов.

Достоинства распределения памяти перемещаемыми разделами: эффективное использование оперативной памяти, исключение внутренней и внешней фрагментации. Недостаток: дополнительные накладные расходы ОС.





Аппаратная поддержка перемещения



3.4. Виртуальная память

3.4.1. Методы структуризации виртуального адресного пространства

1962 г. – Kilburn T. и др. “One –Level Storage System”

Методы реализации виртуальной памяти:

1. Страничная виртуальная память – организует перемещение данных между ОП и диском страницами – частями виртуального адресного пространства фиксированного и сравнительно небольшого размера.
2. Сегментная виртуальная память предусматривает перемещение данных сегментами – частями виртуального адресного пространства произвольного размера, полученными с учетом смыслового значения данных.
3. Сегментно-страничная виртуальная память использует двухуровневое деление: виртуальное адресное пространство делится на сегменты, а затем сегменты делятся на страницы. Единицей перемещения данных является страница.
4. Для временного хранения сегментов и страниц на диске отводится специальная область – страничный файл или файл подкачки (paging file).



3.4.2. Страничная организация виртуальной памяти

Виртуальное адресное пространство процесса 1

Виртуальные страницы

0
1
2
·
·
k

Виртуальное адресное пространство процесса 2

Виртуальные страницы

0
1
2
n

Таблица страниц процесса 1

	N _{ф.с.}	P	A	D	W	
0	5	1	1	0	1	
1	ВП					
2	ВП					
3	9					
4	2					

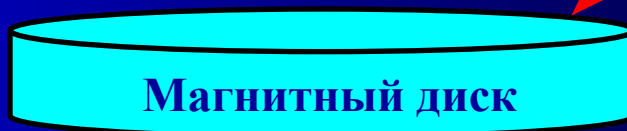
Таблица страниц процесса 2

	N _{ф.с.}	P	A	D	W	
0						
1	3	1	0	1	0	
2						
3						
4						

Физическая память

0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
· ·
· ·

Стр. 4 процесса 1
Стр. 1 процесса 2
Стр. 0 процесса 1
Стр. 3 процесса 1



Страничный обмен



Виртуальный адрес

Номер виртуальной страницы Смещение в виртуальной странице

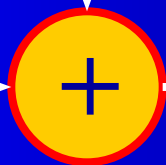


ОС



Начальный адрес
таблицы страниц

AT

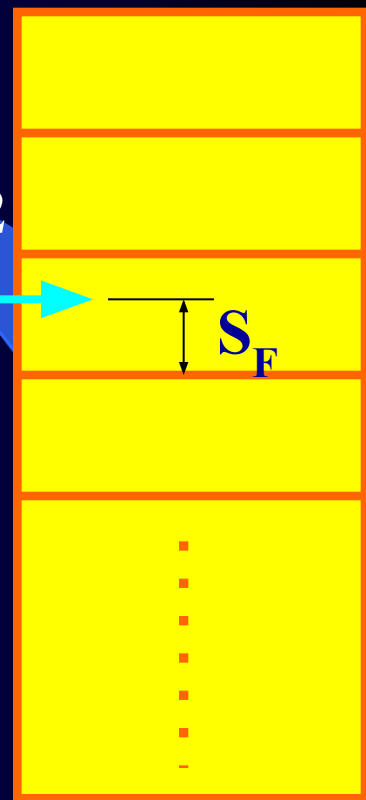


P	A	D	W	Nф.с.
1	0	1	0	N1
1	0	0	0	N2
1	0	1	0	

Таблица страниц



Оперативная память



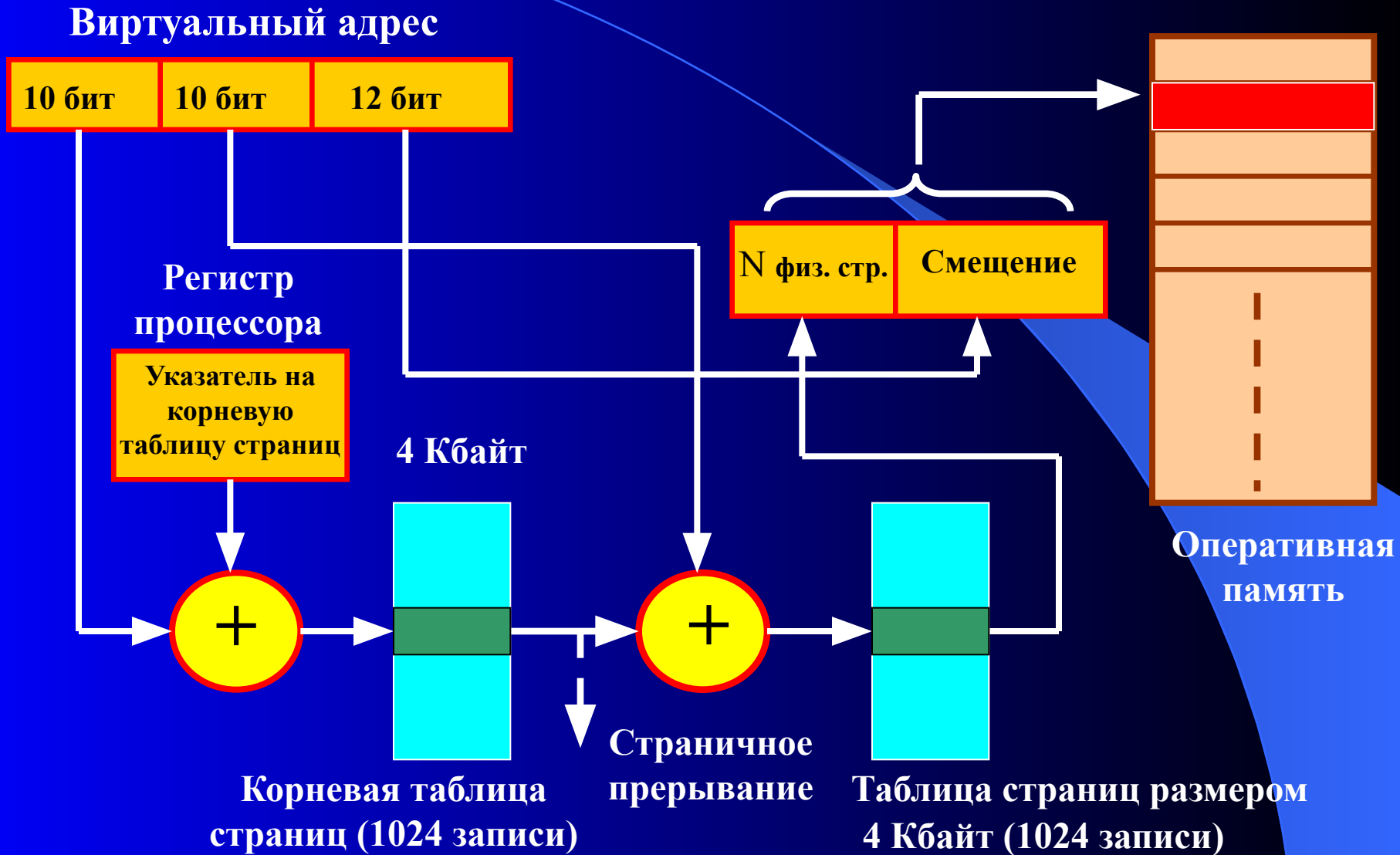
3.4.3. Оптимизация функционирования страничной виртуальной памяти

Методы повышения эффективности функционирования страничной виртуальной памяти:

1. Структуризация виртуального адресного пространства, например, двухуровневая (типичная для 32-битовой адресации).
2. Хранение активной части записей таблицы страниц в высокоскоростном КЭШе или буфере быстрого преобразования адреса (translation lookaside buffer – TLB).
3. Выбор оптимального размера страниц.
4. Эффективное управление страничным обменом, использование оптимальных алгоритмов замены страниц.



Двухуровневая страничная организация

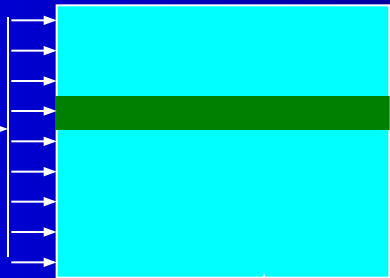


Виртуальный адрес

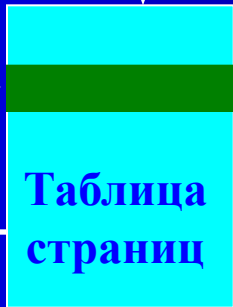
Буфер быстрого преобразования адреса

Номер страницы	Смещение
----------------	----------

TLB



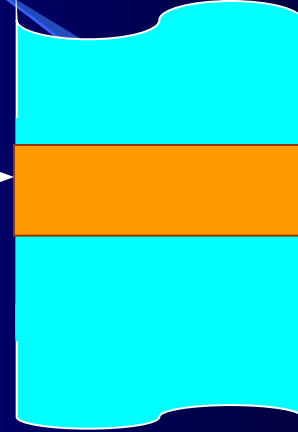
Поиск в TLB неуспешен



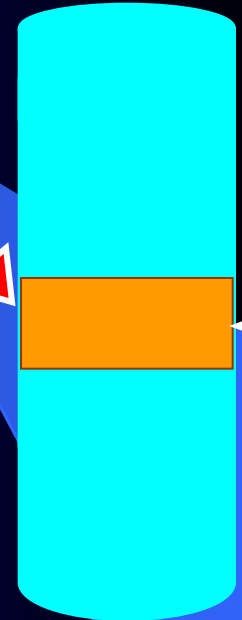
N физ. Стр	Смещение
------------	----------

Обновление таблицы страниц

Основная память



Внешняя память



Ошибка обращения к странице (страничное прерывание)



Ассоциативное отображение

Номер страницы

Смещение



Номер страницы	Управляющая информация				Номер физической страницы
512 65	1	1	1	0	45312
7812	0	1	1	0	22233
912	0	1	1	1	6253
452	1	1	1	0	1234
34233	1	1	1	0	53
11233	0	1	1	0	453

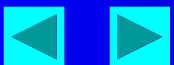


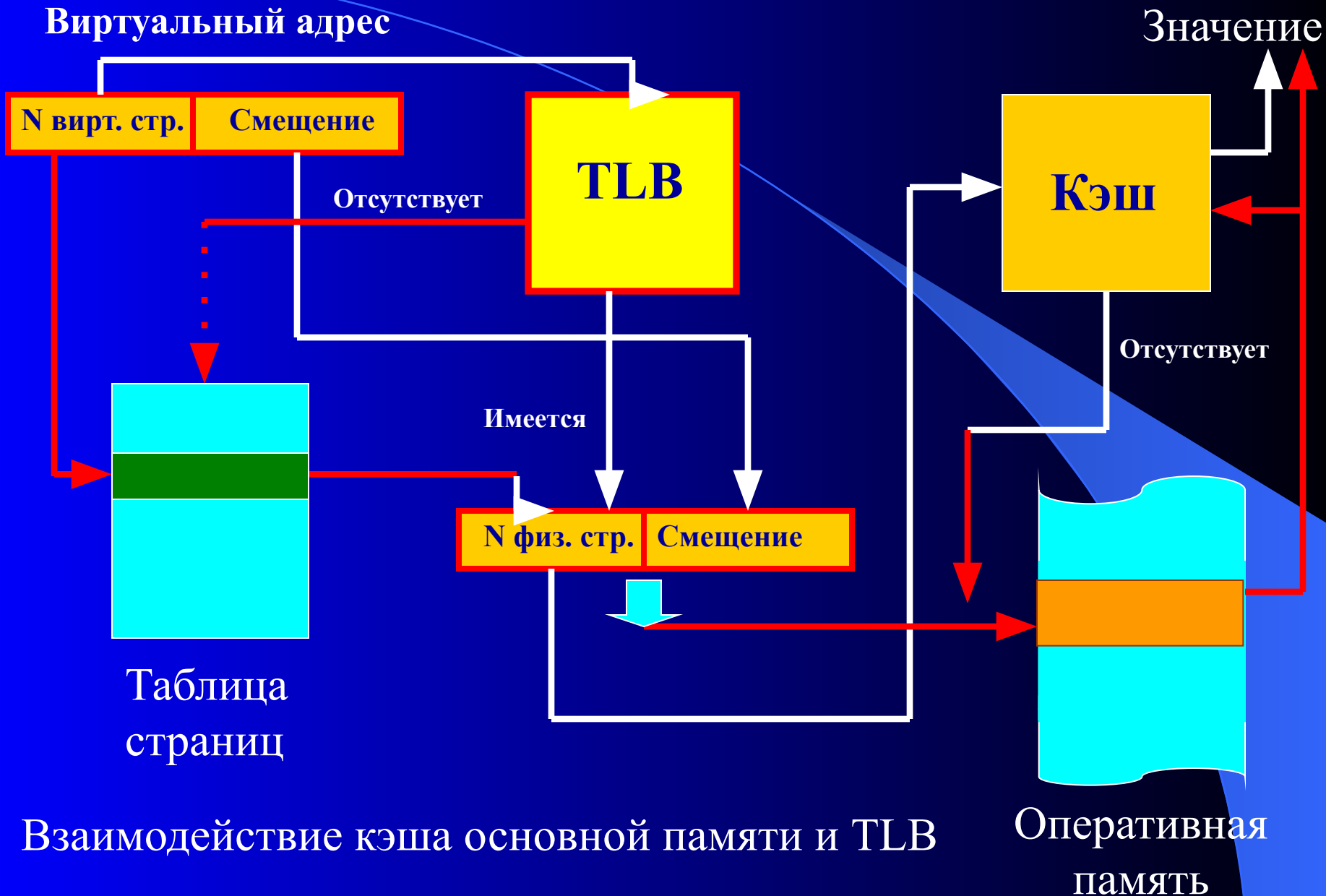
Номер физической
страницы

Смещение

Реальный адрес

TLB





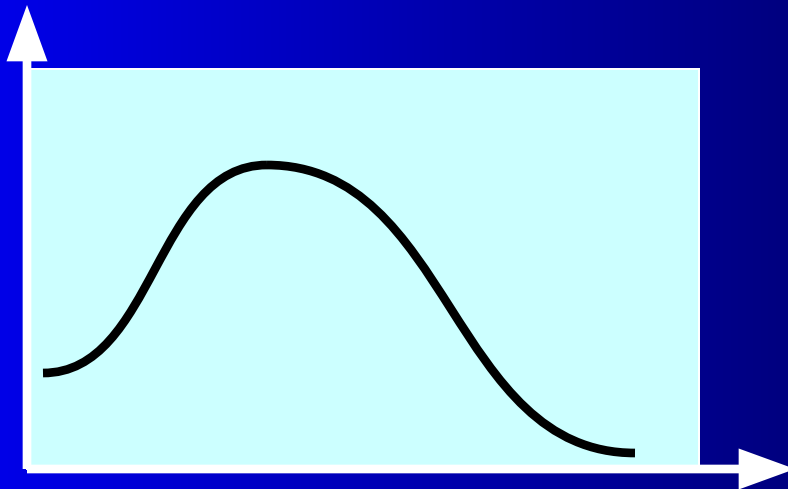
Взаимодействие кэша основной памяти и TLB



Оптимальный размер страниц

1. С уменьшением размера страницы уменьшается внутренняя фрагментация.
2. С уменьшением размера страницы увеличивается объем страничных таблиц и следовательно накладные расходы на работу виртуальной памяти.
3. С увеличением размера страниц повышается скорость работы диска.
4. Частота страничных прерываний нелинейно зависит от размера страниц

Частота возникновения прерываний
из-за отсутствия страниц



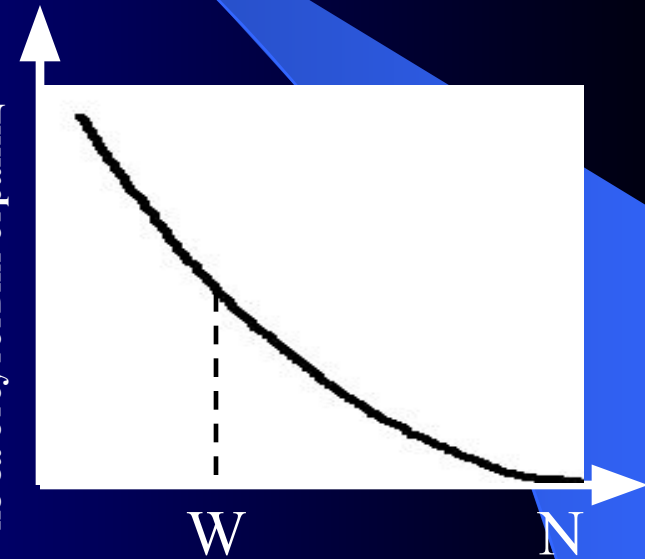
Размер страницы P

P – размер процесса в страницах

N – общее количество страниц процесса

W – размер рабочего множества

Частота возникновения прерываний
из-за отсутствия страниц



W N

Количество выделенных
физических страниц



Управление страничным обменом

Задачи управления страничным обменом:

- ❖ - когда передавать страницу в основную память;
- ❖ - где размещать страницу в физической памяти;
- ❖ - какую страницу основной памяти выбирать для замещения, если в основной памяти нет свободных страниц;
- ❖ - сколько страниц процесса следует загрузить в основную память;
- ❖ - когда измененная страница должна быть записана во вторичную память;
- ❖ - сколько процессов размещать в основной памяти.



НАИМЕНОВАНИЕ

ВОЗМОЖНЫЕ АЛГОРИТМЫ

Стратегия выборки
(когда?)

По требованию, предварительная выборка

Стратегия размещения
(где?)

Первый подходящий раздел для сегментной виртуальной памяти. Любая страница физической памяти для сегментно-страничной и страничной организации памяти.

Стратегия замещения
(какие?)

Оптимальный выбор, дольше всех не использовавшиеся, первым вошел – первым вышел (FIFO), часовой, буферизация страниц.

Управление резидентным множеством
(сколько?)

Фиксированный размер, переменный размер, локальная и глобальная области видимости.

Стратегия очистки
(когда?)

По требованию, предварительная очистка

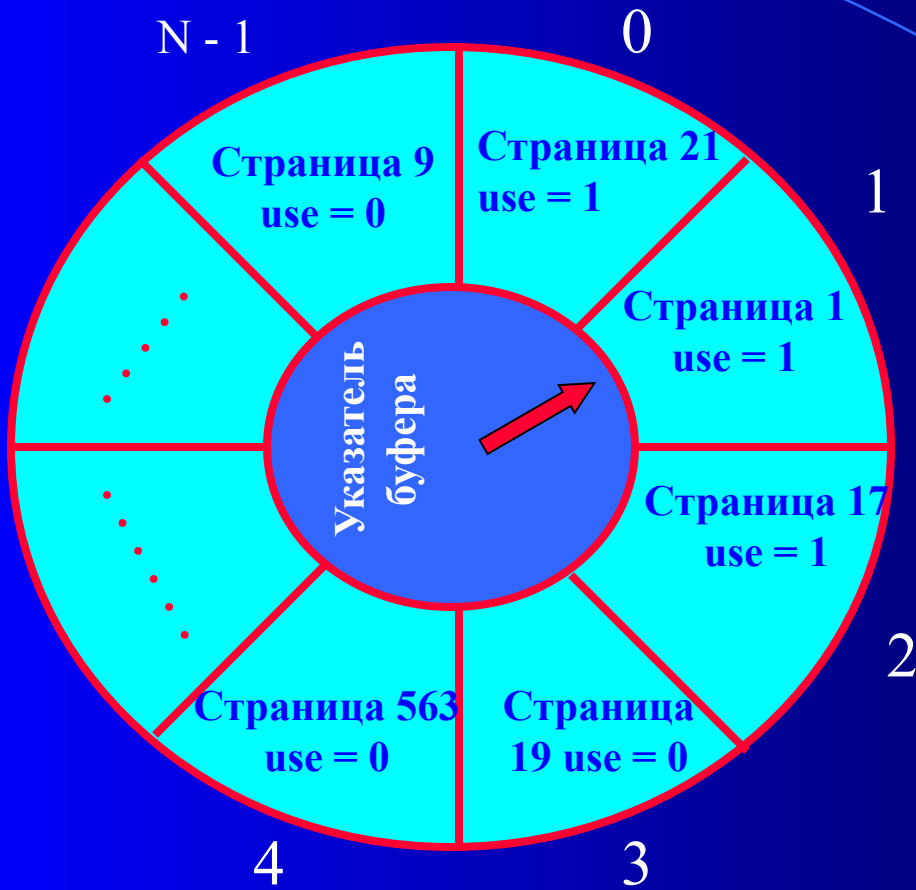
Управление загрузкой
(сколько?) и
приостановкой

Рабочее множество, критерии $L = S$ (среднее время между прерываниями = среднему времени обработки прерывания) и 50%

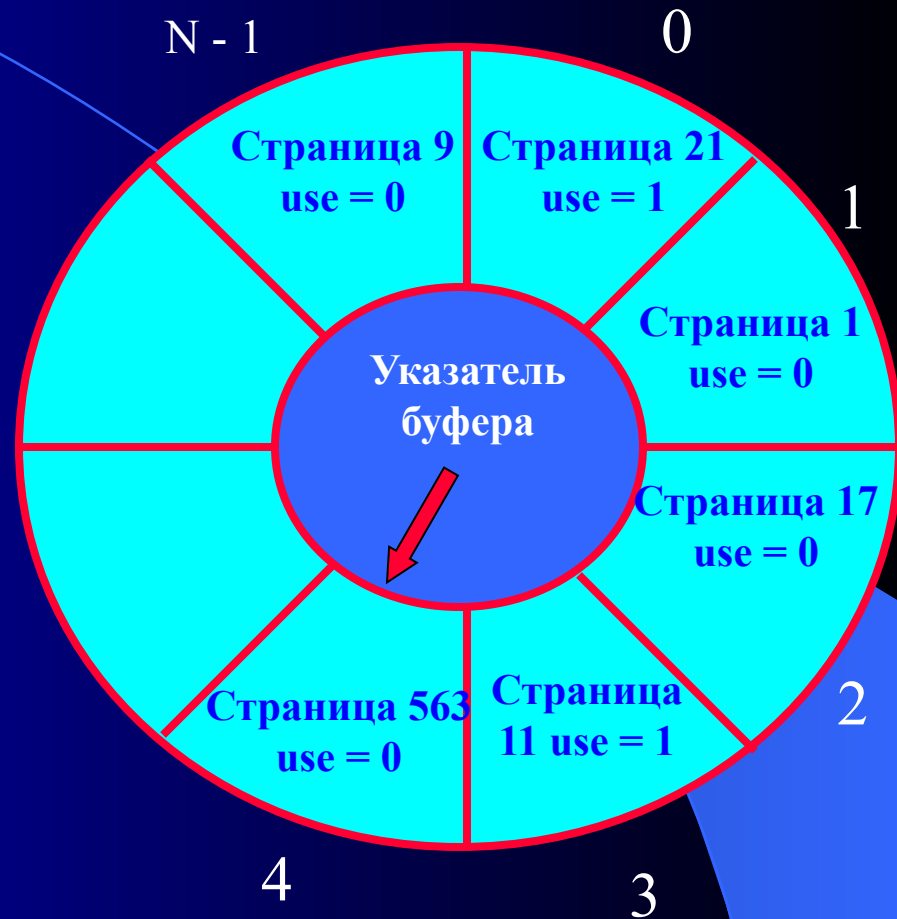


процессов

Часовая стратегия замещения



Состояние буфера перед замещением страниц



Состояние буфера после замещения страниц



3.4.4. Сегментная организация виртуальной памяти

Виртуальное адресное пространство



При компиляции возможно создание следующих сегментов:

1. Исходный текст, сохраненный для печати листинга программы.
2. Символьная таблица, содержащая имена и атрибуты переменных.
3. Таблица констант.
4. Дерево грамматического разбора, содержащее синтаксический анализ программы.
5. Стек, используемый для процедурных вызовов внутри компилятора.

Таблица кодировки символов достигла таблицы с исходным текстом



Сравнение страничной и сегментной организации памяти

Вопрос	Страничная	Сегментация
Нужно ли программисту знать о том, что используется эта техника?	Нет	Да
Сколько в системе линейных адресных пространств?	1	Много
Может ли суммарное адресное пространство превышать размеры физической памяти?	Да	Да
Возможно ли разделение процедур и данных, а также раздельная защита для них?	Нет	Да
Легко ли размещаются таблицы с непостоянными размерами?	Нет	Да
Облегчен ли совместный доступ пользователей к процедурам?	Нет	Да

Зачем была придумана эта техника?

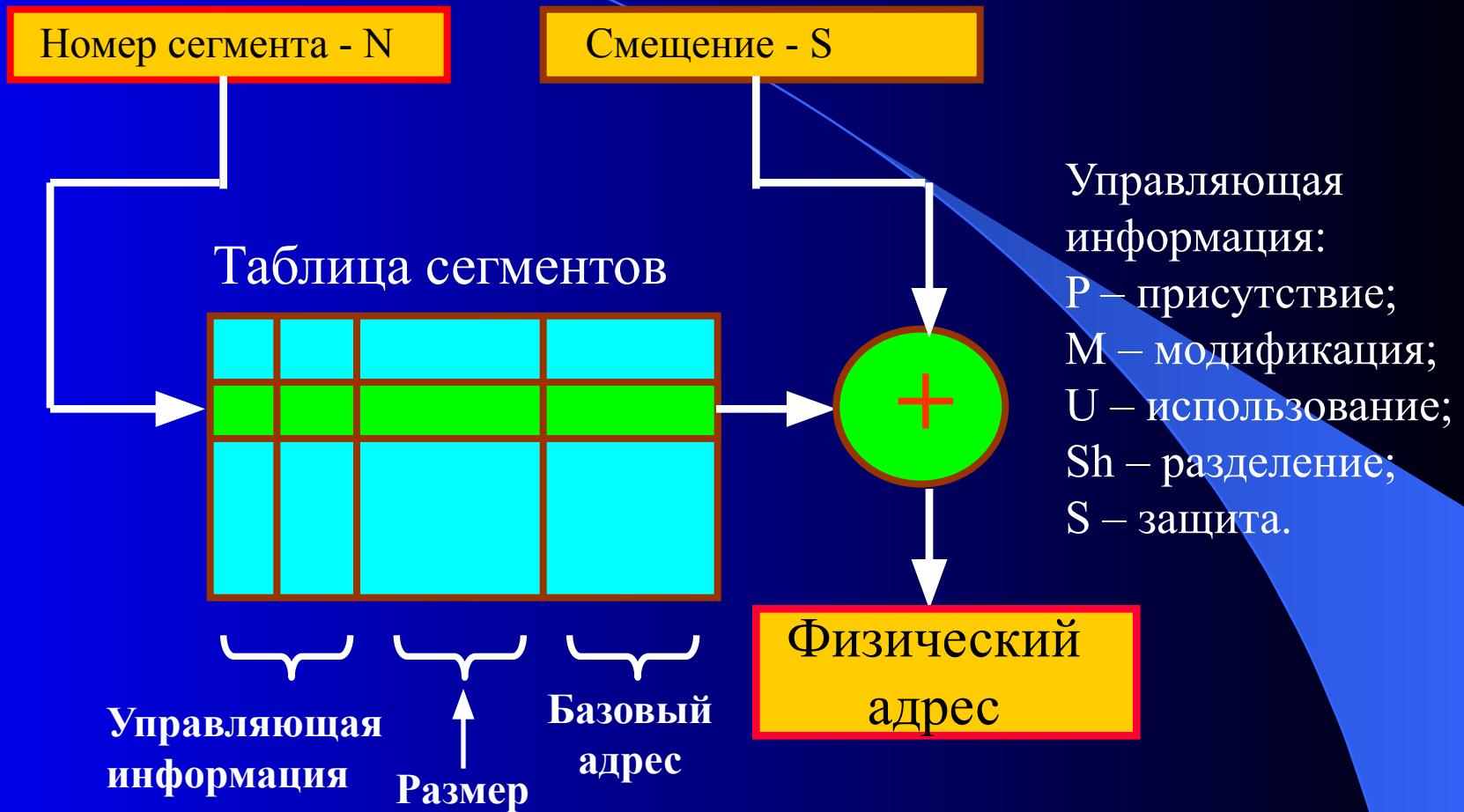


Операционн

Чтобы получить большое линейное адресное пространство без затрат на физическую память

Для разбиения программ и данных на независимые адресные пространства, облегчения защиты и совместного доступа

Виртуальный адрес

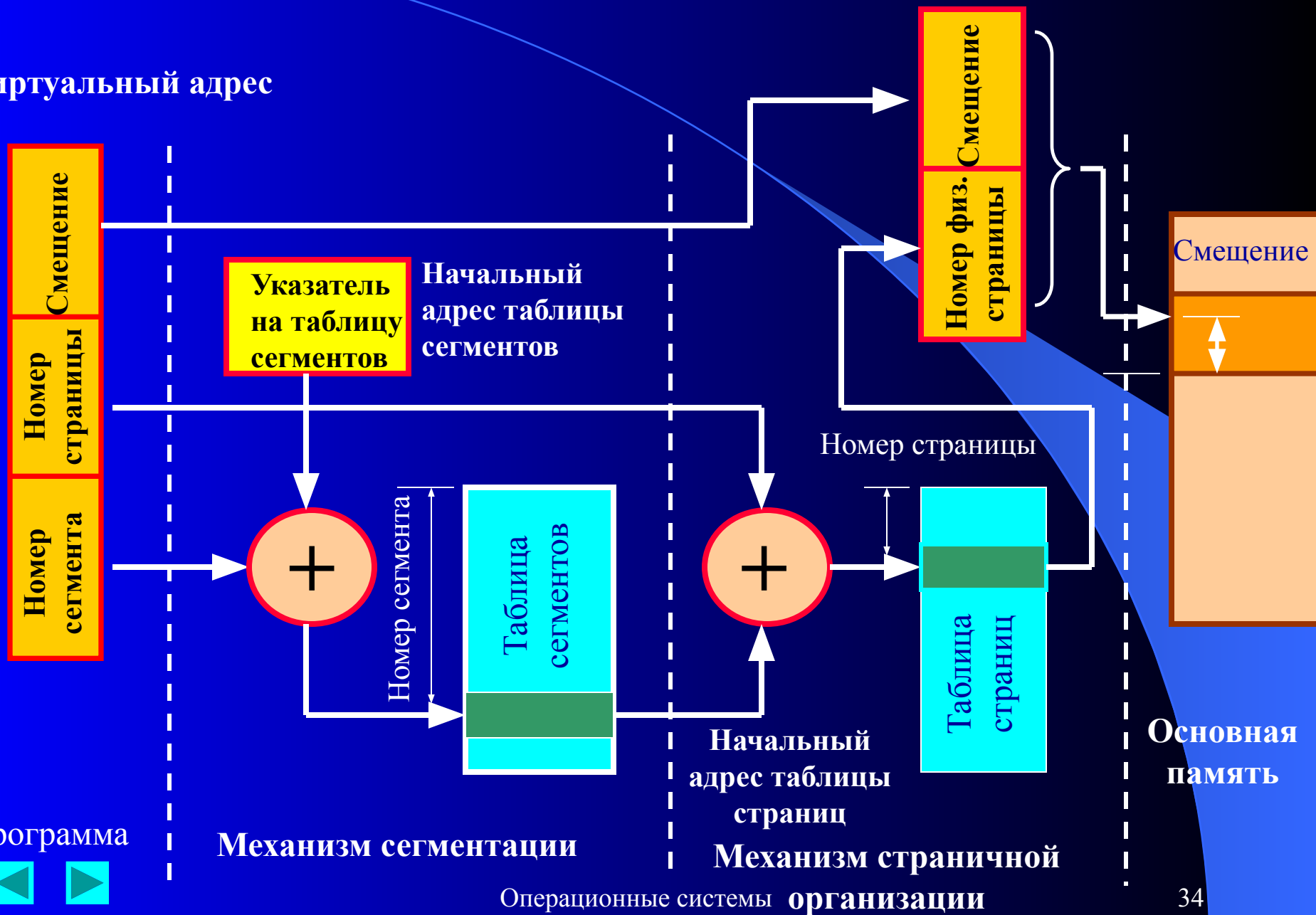


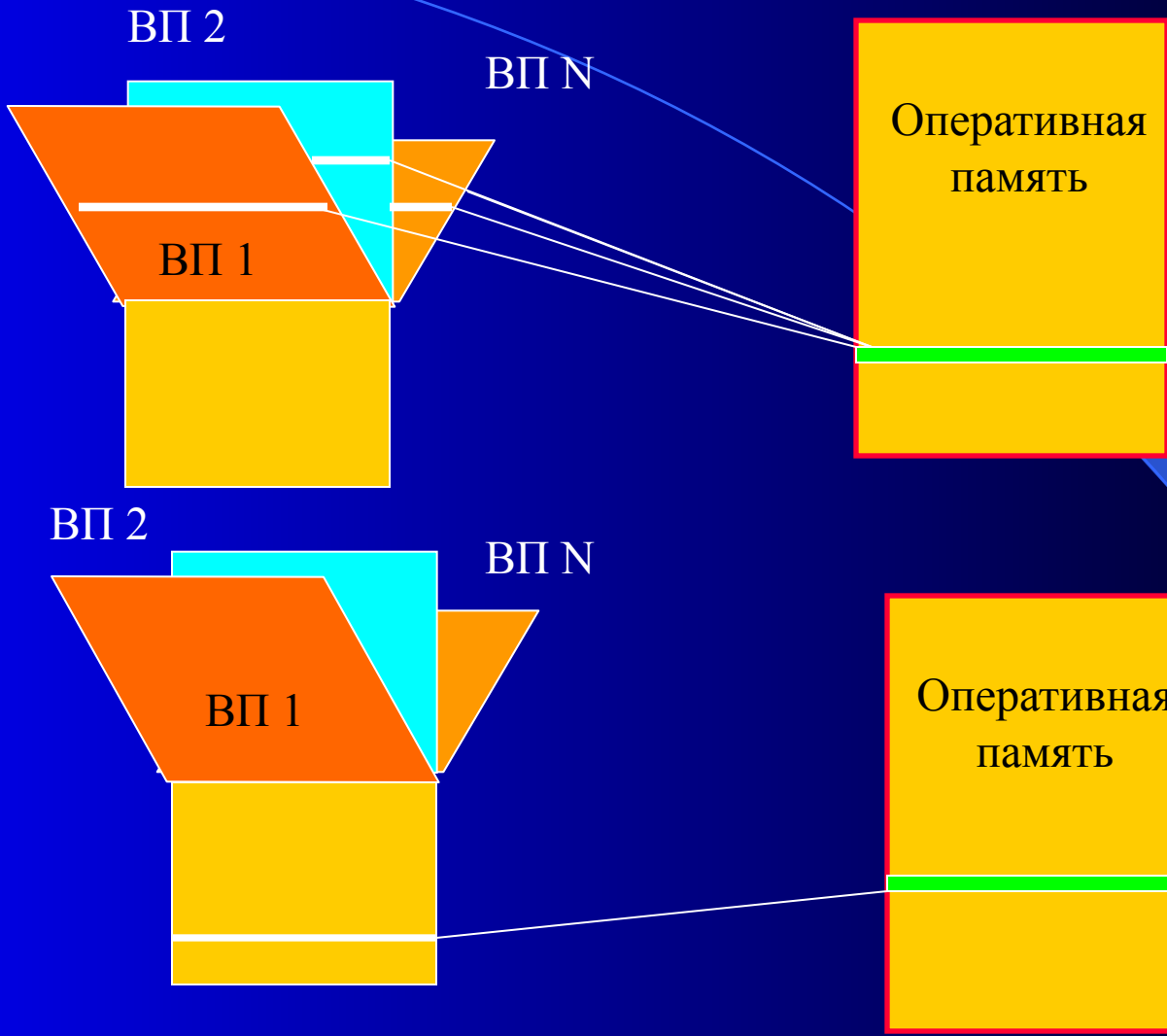
Недостатки сегментной организации: 1. Увеличение времени преобразования виртуального адреса в физический. 2. Избыточность перемещаемых данных. 3. Внешняя фрагментация памяти.



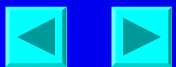
Сегментно-страничная организация виртуальной памяти

Виртуальный адрес

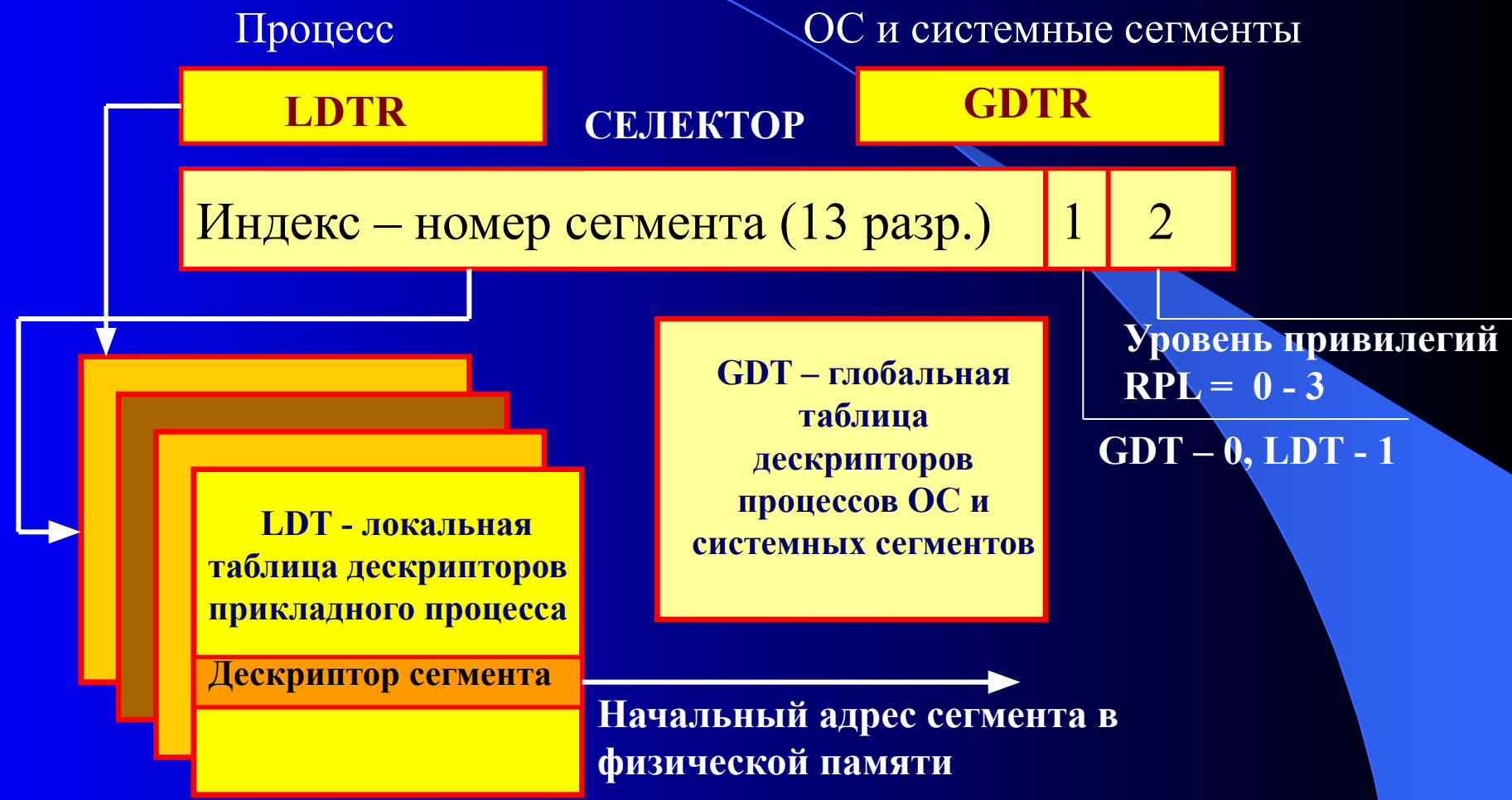




Способы создания разделяемого сегмента памяти

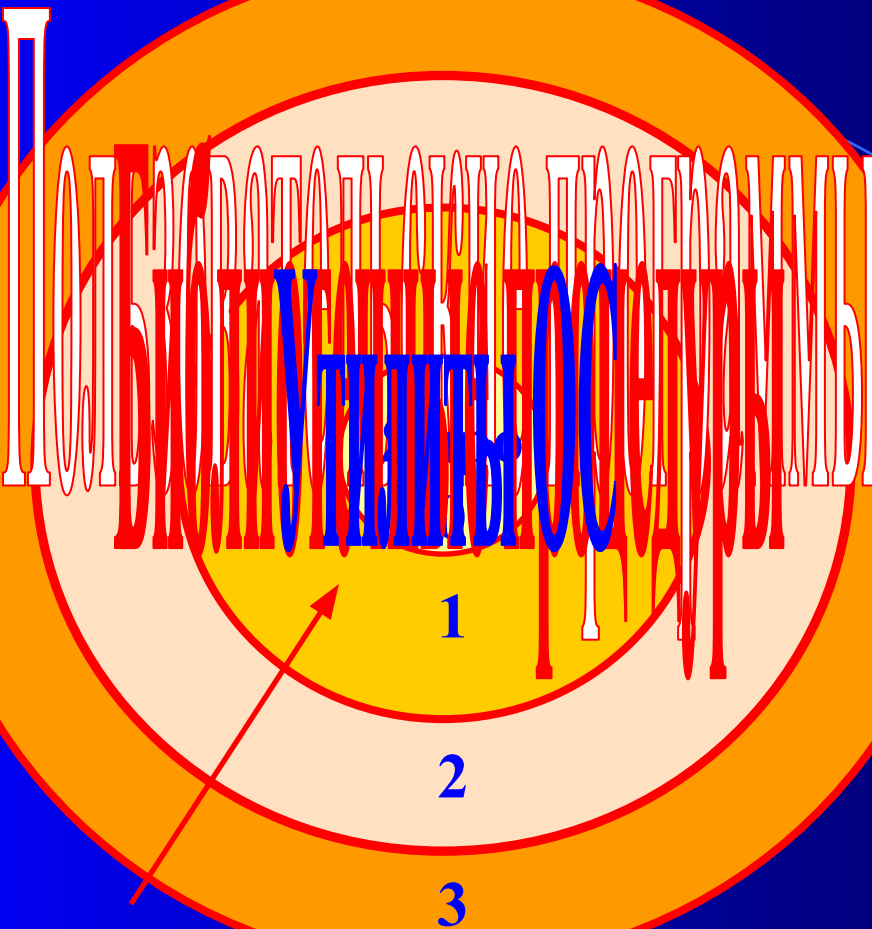


Виртуальная память Windows обеспечивает каждому процессу: 1. 4 Гбайт виртуального адресного пространства (2 Гбайт – ОС, 2 Гбайт – пользовательская программа). 2. 16 К независимых сегментов (8к локальных и 8К глобальных).



Система защиты использует переменные, характеризующие уровень привилегий:

- DPL (Descriptor Privilege Level) – задается полем DPL в дескрипторе сегмента;
- RPL (Requested Privilege Level) – запрашиваемый уровень привилегий, задается полем RPL селектора сегмента;
- CPL (Current Privilege Level) – текущий уровень привилегий выполняемого кода задается полем RPL селектора кодового сегмента (фиксируется в PSW);
- EPL (Effective Privilege Level) – эффективный уровень привилегий запроса.



Обработчик
системных
вызовов

Контроль доступа к сегменту данных осуществляется, если $EPL \leq DPL$, где $EPL = \max \{ CPL, RPL \}$. Значение RPL – уровня запрашиваемых привилегий – определяется полем RPL селектора, указывающего на запрашиваемый сегмент.

