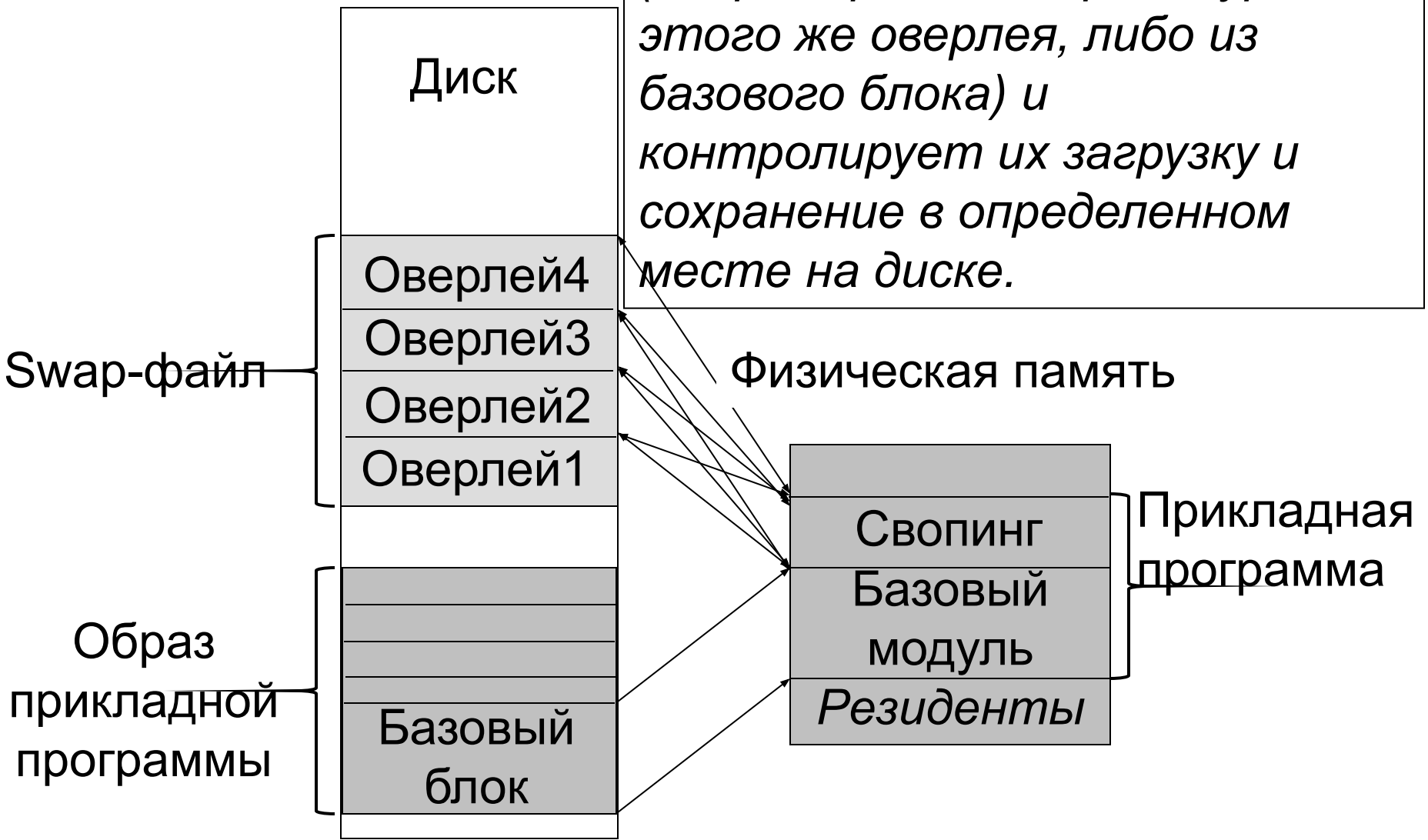
Организация памяти

Оверлейная модель

Программист разбивает программу на оверлеи (например, вызов процедуры - из этого же оверлея, либо из базового блока) и контролирует их загрузку и сохранение в определенном месте на диске.



Виртуальная память.

[Виртуальное] адресное пространство – некоторая последовательность чисел. Код программы может ссылаться на адреса этого числового диапазона.

Существует некоторая схема отображения виртуальных адресов на адреса физической памяти.

Технология страничной организации памяти

Пример: машинный код позволяет адресовать 64K байт памяти, физическая память составляет 4K.

Поделим адресное пространство на 16 областей (страниц) по 4K и установим следующее соответствие:

физический адрес = виртуальный адрес % 4K;

номер области (страницы) = виртуальный адрес / 4K.

При ссылке по виртуальному адресу A
- содержимое физической памяти сохраняется на диске;
- область с номером A/4K загружается в память;
- произойдет обращение по адресу физической памяти A%4K.

Современные реализации страничной организации памяти

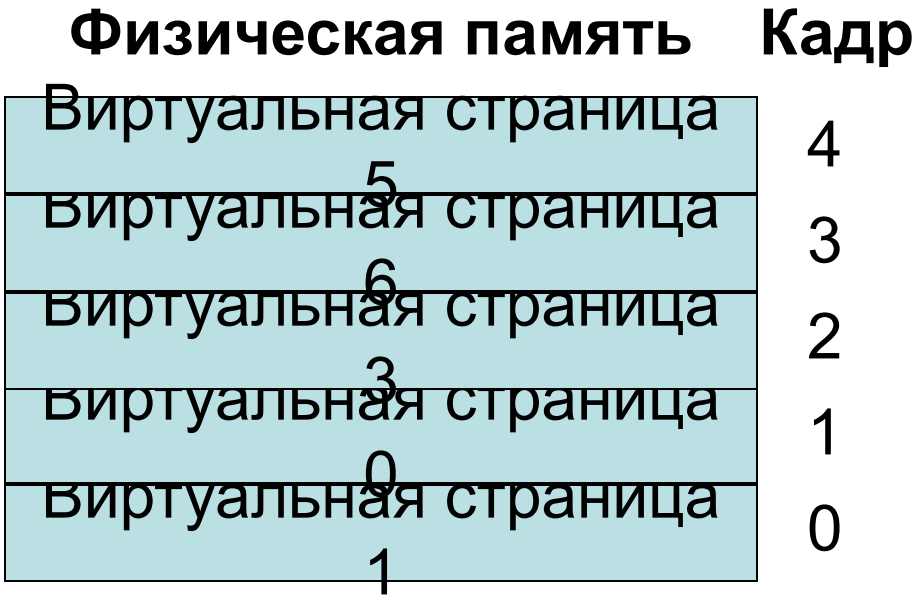
Каждому процессу выделяется адресное пространство (например в Windows числа от нуля до 0xFFFFFFFF).

Адресное пространство разбивается на страницы размером, обычно (в зависимости от ОС) от 512 байт до 64K.

Физическая память разбивается на области (*страничные кадры* (фреймы, блоки, слоты)) размером в страницу.

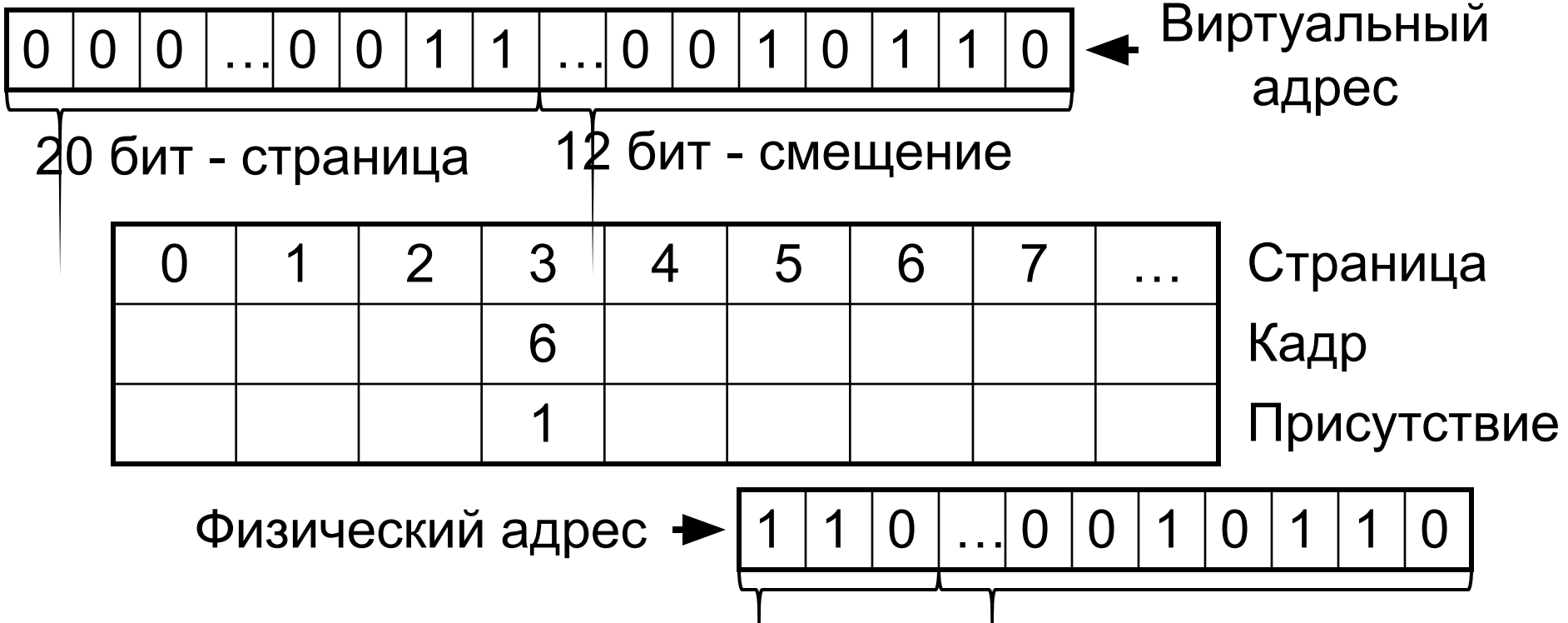
Таблица страниц устанавливает соответствие между страницами и страничными кадрами.

Виртуальная страница	Страничный кадр	Бит присутствия
…	…	…
7	0	0
6	3	1
5	4	1
4	0	0
3	2	1
2	0	0
1	0	1
0	1	1



Отображением виртуальной памяти на физические адреса занимается диспетчер виртуальной памяти –*VMM (Virtual Memory Management*).

Аппаратной реализацией *VMM* является *MMU (Memory Management Unit),* расположенный на чипе процессора.



Вызов страниц по требованию. При обращении к адресу страницы, которой нет в основной памяти (бит присутствия 0), генерируется исключение – ***ошибка отсутствия страницы*** (промах). Обработка этого исключения – считывается нужная страница с диска, в таблице страниц делается соответствующая запись и команда повторяется.

Политика замещения страниц. Существует множество алгоритмов удаления (как правило, с последующим сохранением на диске) страниц из физической памяти. Например: *LRU (Least Recently Used)* – удаляется дольше всего не использовавшаяся страница; FIFO *(First –in First out)* – алгоритм очереди.

Преимущества сегментированной памяти: упрощение перекомпиляции кода; индивидуальная защита сегментов («только для чтения», «выполнение» и т.д.).

Упражнение 1: в некоторой странично-сегментированной памяти виртуальный адрес содержит 2-разрядный номер сегмента, 2-разрядный номер страницы и 11-разрядное смещение внутри страницы. Память содержит 32K, разделенные на кадры по 2K. Каждый сегмент разрешается либо только читать, либо читать и выполнять, либо читать и записывать, либо читать, записывать и выполнять (таблица 1). Вычислите физический адрес для каждого случая доступа к памяти, перечисленных в таблице 2. Укажите в каких случаях происходит ошибка.

Табл.1

Сегмент 0 (Только чтение)

стр.	кадр
0	9
1	3
2	-
3	12

Сегмент 1 (Чтение и выполнение)

стр.	кадр
0	-
1	0
2	15
3	8

Сегмент 2 (Только чтение)

Таблица страниц отсутствует в памяти

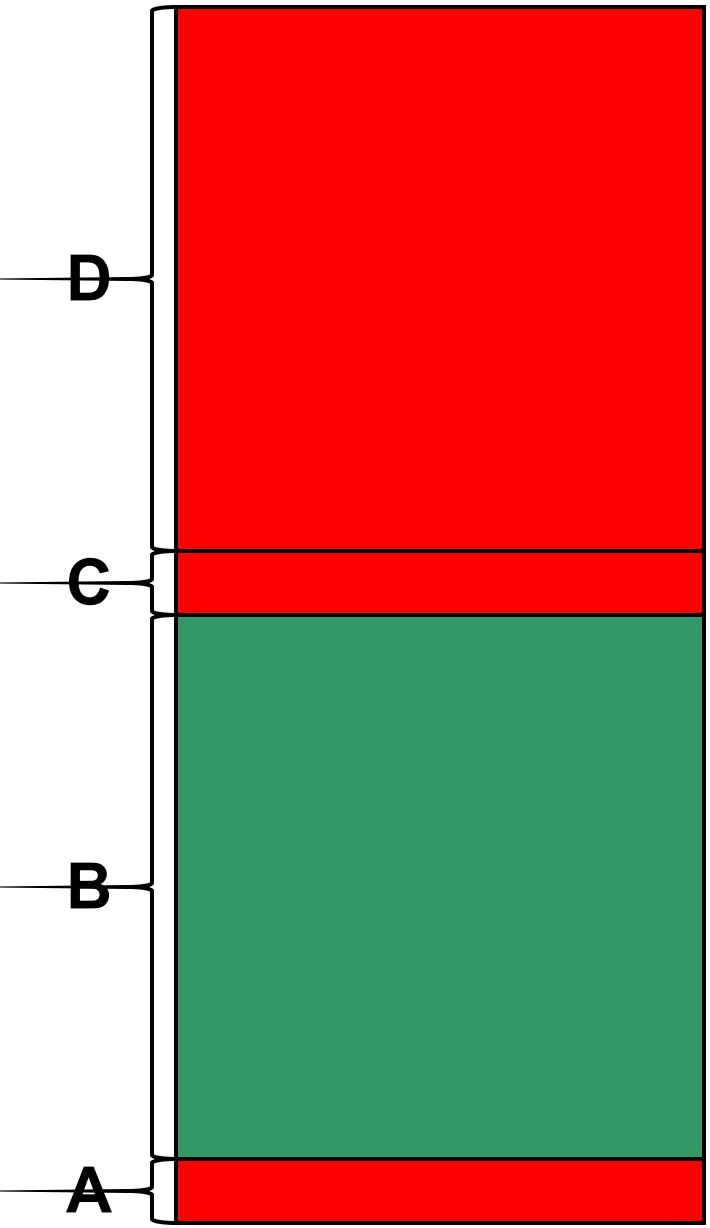
Сегмент 3 (Только чтение)

стр.	кадр
0	14
1	1
2	6
3	-

Табл.2

Доступ	Сегмент	Страница	Смещение
1. Загрузка	0	1	1
2. Загрузка	1	1	10
3. Загрузка	3	3	2047
4. Сохранение	0	1	4
5. Сохранение	1	1	2
6. Сохранение	0	0	14
7. Переход	3	3	100
8. Загрузка	2	2	50
9. Загрузка	0	0	5
10. Переход	0	0	60

Особенности реализации управления памятью в MS Windows. *Использование адресного пространства.*



A. 0x00000000 – 0x0000FFFF; используется для неинициализированных указателей; ***недоступно*** в пользовательском режиме.
B. 0x00010000 – 0x7FFEFFFF; адресное пространство процессов, содержит прикладные модули .exe и .dll, win32 (kernel32.dll, user32.dll и т.д.), файлы, отображаемые в память; ***доступно*** в пользовательском режиме.
C. 0x7FFF0000 – 0x7FFFFFFF; используется для некорректно инициализированных указателей; ***недоступно*** в пользовательском режиме.
D. 0x80000000 – 0xFFFFFFFF; зарезервировано ОС Windows для исполнительной системы, ядра и

Функции Win32 API для управления виртуальной памятью

```
#include <windows.h>
int main(){
 SYSTEM_INFO si;
 GetSystemInfo(&si);
 printf("Number of processors=
%u\n",si.dwNumberOfProcessors);
 printf("Processor Architecture:
%u\n",si.wProcessorArchitecture);
 printf("Page Size=%u\n",si.dwPageSize);
 printf("Low boundary of user space=
%lx\n",si.lpMinimumApplicationAddress);
 printf("Upper boundary of user space=
%lx\n",si.lpMaximumApplicationAddress);
 return 0;
}
```

```
typedef struct _SYSTEM_INFO {
 union {
   DWORD dwOemId;
   struct {
     WORD wProcessorArchitecture;
     WORD wReserved;
   };
 };
 DWORD dwPageSize;
 LPVOID lpMinimumApplicationAddress;
 LPVOID lpMaximumApplicationAddress;
 DWORD_PTR dwActiveProcessorMask;
 DWORD dwNumberOfProcessors;
 DWORD dwProcessorType;
 DWORD dwAllocationGranularity;
 WORD wProcessorLevel;
 WORD wProcessorRevision;
} SYSTEM_INFO;
```

Вывод:

Number of processors=4
Processor Architecture: 0
Page Size=4096
Low boundary of user space=10000
Upper boundary of user space=7ffeffff
Allocation Granularity: 65536 //выравнивание

Величина константы	Значение константы
PROCESSOR_ARCHITECTURE_AMD64 9	x64 (AMD or Intel)
PROCESSOR_ARCHITECTURE_IA64 6	Intel Itanium-based
PROCESSOR_ARCHITECTURE_INTEL 0	x86
PROCESSOR_ARCHITECTURE_UNKNOWN 0xffff	Unknown architecture

Упражнение 2: используя функцию GetSystemInfo определите размер страницы виртуальной памяти, нижнюю и верхнюю границы адресного пространства приложения, величину выравнивания адреса выделяемой памяти и параметры процессора.

Упражнение 3: используя функцию GlobalMemoryStatus (см. *MSDN*) определите процент используемой памяти, количество байтов физической памяти, количество свободных байтов физической памяти, размер файла подкачки, количество свободных байтов в файле подкачки, количество байтов адресного пространства, доступного пользователю.

Упражнение 4: используя функцию GetModuleInformation (см. *MSDN*) и материал лекции 4 определите распределение модулей приложения в адресном пространстве процесса (текущего, дочернего и по выбору из списка активных).