Тема 3-3.

Механизм вызова функций

для АСУб и ЭВМб

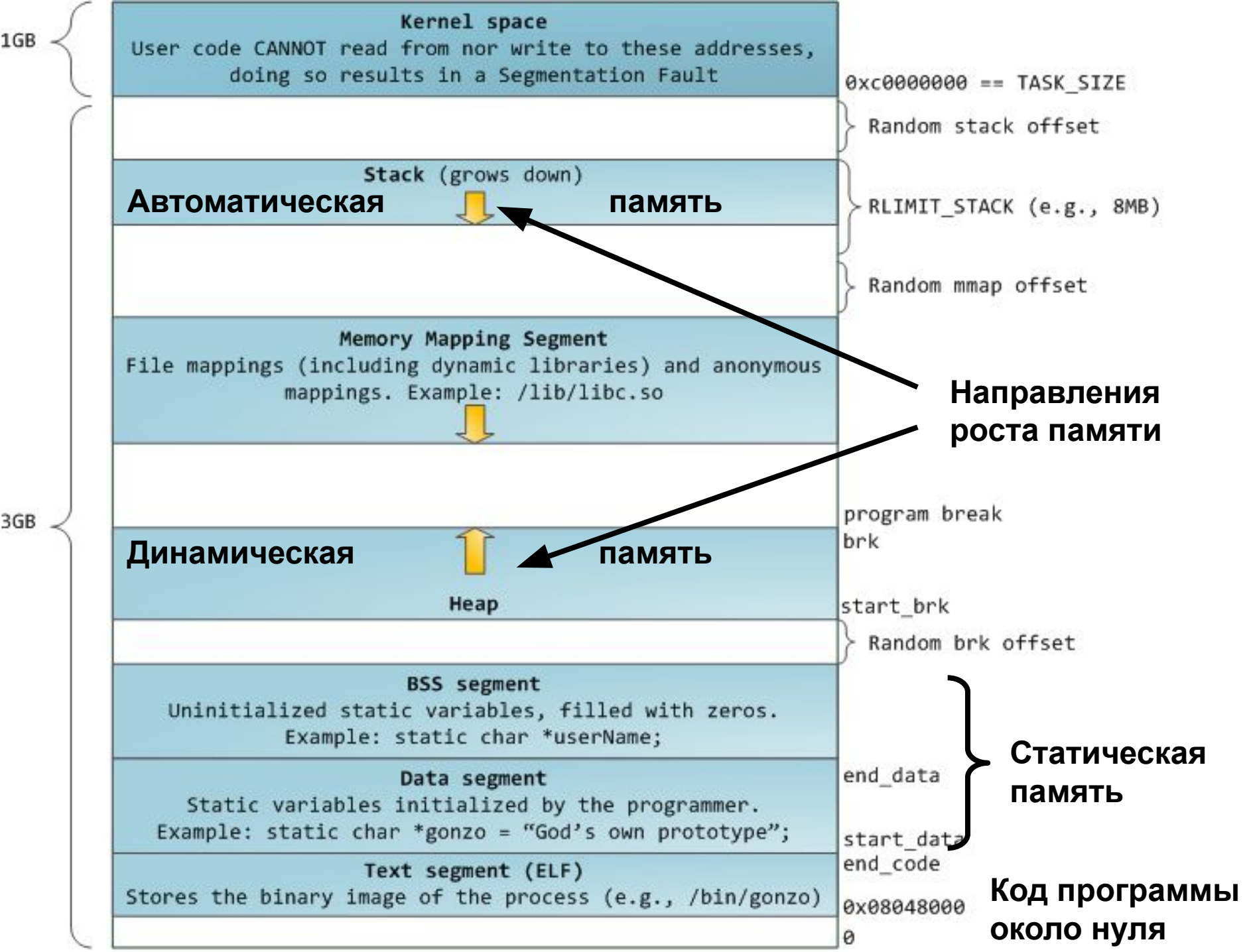
Темы лекции

- Модульное программирование и функциональная декомпозиция
- Использование функций в C++
- Особенности передачи параметров
- Сквозной пример II

Статическая память — это область памяти, выделяемая при запуске программы до вызова главной функции (main) из свободной оперативной памяти для размещения **глобальных и статических данных** программы.

Автоматическая память — это область памяти, *резервируемая при запуске программы* до вызова главной функции (*main)* из свободной оперативной памяти и *используемый в дальнейшем* для размещения **локальных данных**.

Динамическая память — это совокупность блоков памяти, выделяемых из доступной свободной оперативной памяти непосредственно ***во время выполнения*** *программы* под размещение конкретных данных


1GB
3GB
Kernel space
User code CANNOT read from nor write to these addresses, doing so results in a Segmentation Fault
0xc0000000 == TASK_SIZE
Random stack offset
Stack (grows down)
Автоматическая
память
RLIMIT_STACK (e.g., 8MB)
Random mmap offset
Memory Mapping Segment
File mappings (including dynamic libraries) and anonymous mappings. Example: /lib/libc.so
Направления роста памяти
program break
brk
Динамическая
память
Heap
start_brk
Random brk offset
BSS segment
Uninitialized static variables, filled with zeros. Example: static char *userName;
Data segment
Static variables initialized by the programmer. Example: static char *gonzo = "God's own prototype";
Статическая память
end_data
start_data
Text segment (ELF)
Stores the binary image of the process (e.g., /bin/gonzo)
end_code
0x08048000
0
Код программы около нуля

Стек

- Автоматическая область памяти организована в форме стек
- Стек поддерживается аппаратно центральным процессором
- Слово “стек” (stack) можно перевести как “стопка”. Объекты добавляются на стек сверху и снимаются потом в обратном порядке.

Стек можно представить в виде трубки с подпружиненым дном, расположеной вертикально.

Верхний конец трубки открыт, в него можно добавлять, или, как говорят, заталкивать элементы

Стек и функции

- Одно из главных назначений стека — поддержка вызовов функций (подпрограмм).
- При вызове функций надо сохранить адрес возврата, чтобы подпрограмма могла по окончанию своей работы вернуть управление вызвавшей ее программе.

Кадр стека

- **Кадр стека** (*stack frame)* — часть стека, сформированный одним вызовом функции.
- **Кадр стека –** механизм передачи аргументов и выделения временной памяти с использованием *системного* стека
- Во время отладки отладчик позволяет “проходить” по кадрам стека вызовов, сформированных на данный момент.
- Кадр стека позволяет реализовать **рекурсию**


Свободное пространство
Вершина стека
Локальная переменная m
...
Локальная переменная 2
Локальная переменная 1
Сохранённые регистры процессора
Адрес возврата
Параметр 1
...
Параметр n
Начало кадра вызванной функции
Кадр стека вызвавшей функции
...
Дно стека

Стек используется для:

- Выделения и освобождения памяти под локальные переменные
- Вызова функции call name
  - поместить в стек адрес команды, следующей за командой call
  - передать управление по адресу метки name
- Возврата из функции
  - извлечь из стека адрес возврата address
  - передать управление на адрес address

Стек используется для:

передачи параметров в функцию

соглашение о вызове:

- расположение входных данных;
- порядок передачи параметров;
- какая из сторон очищает стек;
- etc

cdecl

- аргументы передаются через стек, справа налево;
- очистку стека производит вызывающая сторона;
- результат функции возвращается через регистр EAX

Организация автоматической памяти

```
void f_1(int a)
{
    char b;
    // ...
}
void f_2(double c)
{
    int d = 1;
    f_1(d);
    // ...
}
int main(void)
{
    double e = 1.0;
    f_2(e);
    // ...
}
```

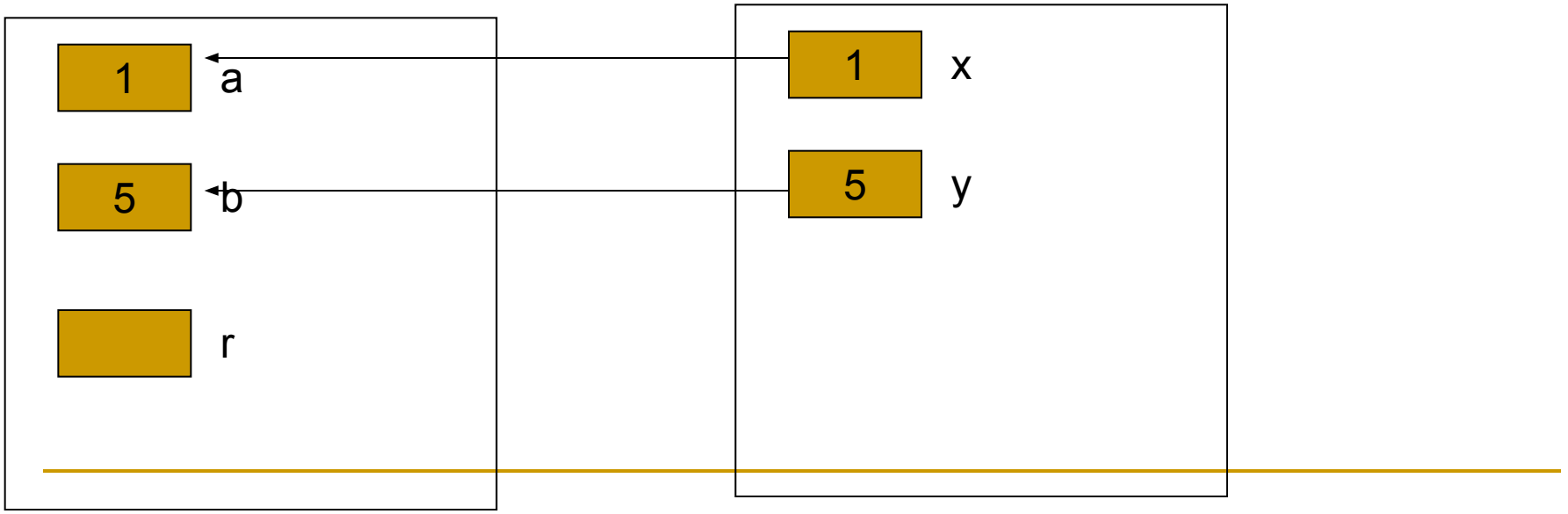
1. **Вызов main**
2. Создание e
3. **Вызов f_2**
4. Создание c
5. Создание d
6. **Вызов f_1**
7. Создание a
8. Создание b
9. **Завершение f_1**
10. Разрушение b
11. Разрушение a
12. **Завершение f_2**
13. Разрушение d
14. Разрушение c
15. **Завершение main**
16. Разрушение e

Передача параметров по значению

1. Вычисляются значения выражений, стоящие на месте фактических параметров
2. В стеке выделяется память под формальные параметры функции;
3. Каждому формальному параметру присваивается значение фактического параметра, при этом проверяются соответствия типов и при необходимости выполняются их преобразования.
4. В стек заносятся копии значений аргументов, и операторы функции работают с этими копиями. Доступа к исходным значениям параметров у функции нет, а, следовательно, **нет и возможности их изменить**.

```
void swap (int a, int b) //передача параметра по значению
{
        int r=a;
        a=b;
        b=r;
}

//вызов функции
int x=1,y=5;
swap(x,y);
cout << "x = " << x << " y = " << y;
```

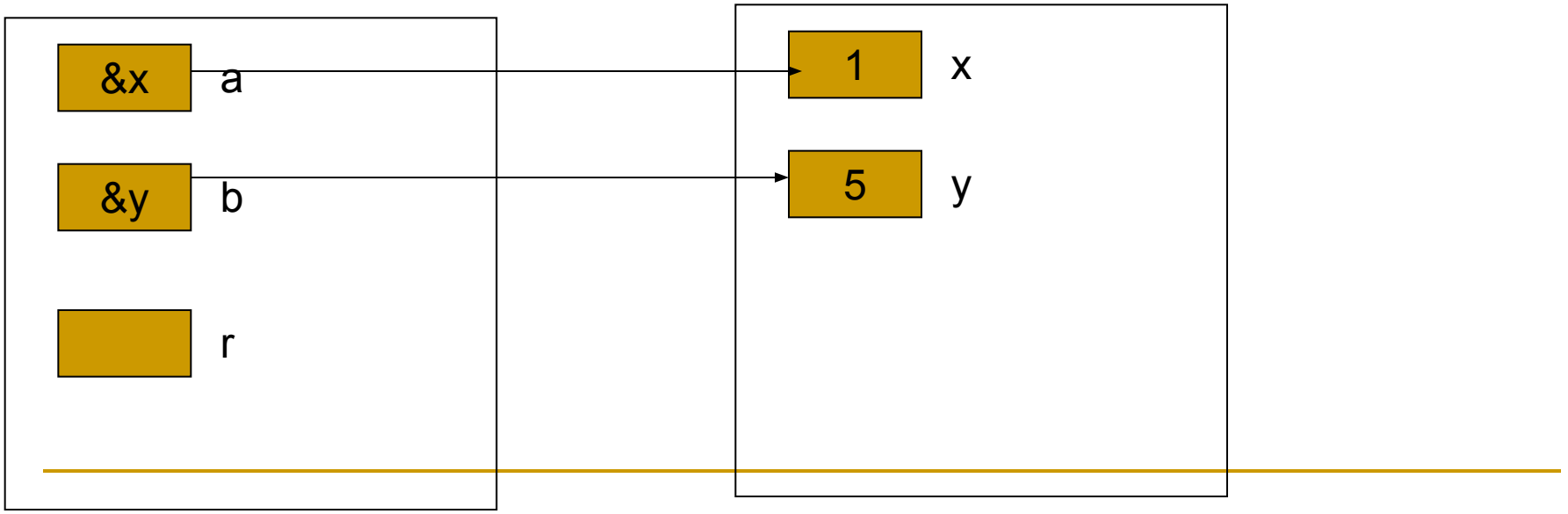


Передача параметров по адресу

- В стек заносятся копии адресов параметров, следовательно, у функции появляется доступ к ячейке памяти, в которой находится фактический параметр и она может его изменить.

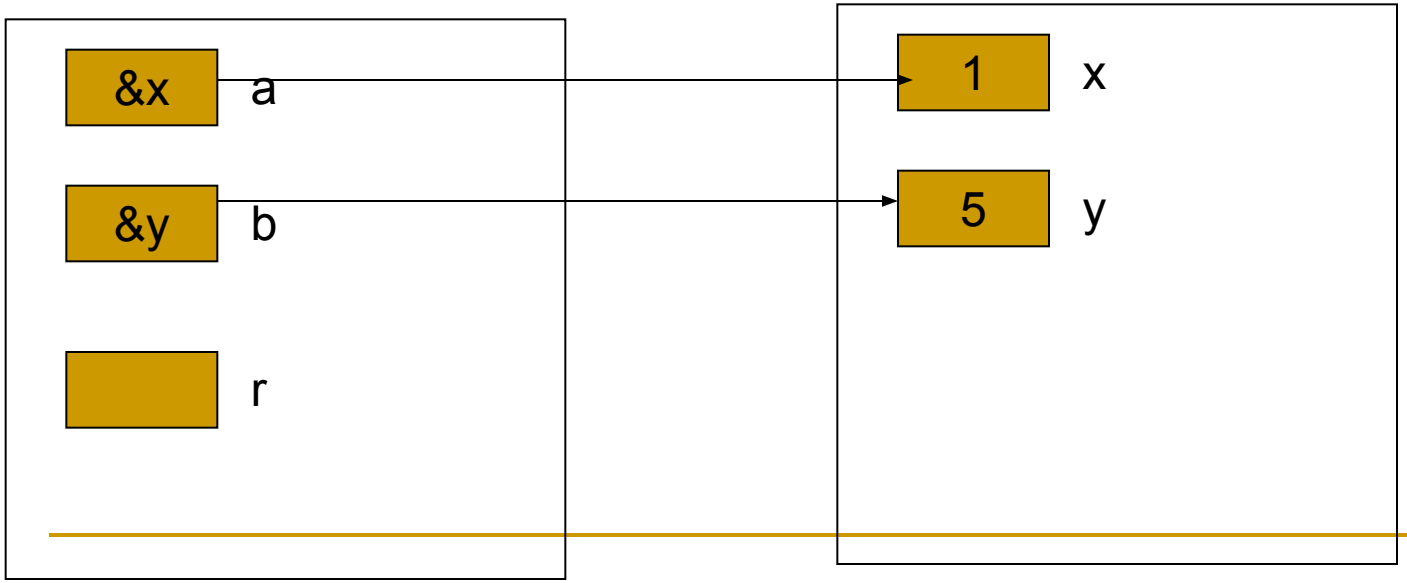
```
void swap (int* a, int* b)     //передача по адресу (с помощью указателей)
{
int r=*a;
*a=*b;
*b=r;
}

//вызов функции
int x=1,y=5;
swap(&x,&y);
cout << "x = " << x << " y = " << y;;
```



```
void swap (int& a, int& b)    //передача по адресу (с помощью ссылки)
{
int r=a;
a=b;
b=r;
}

//вызов функции
int x=1,y=5;
swap(x,y);
cout << "x = " << x << " y = " << y;;
```



Передача массивов в функции

- Когда массив используется в качестве аргумента функции, передается только адрес массива, а не копия всего массива.
- При вызове функции с именем массива в функцию передается указатель на первый элемент массива. Надо помнить, что в C++ имена массивов без индекса - это указатели на первый элемент массива.
- Параметр должен иметь тип, совместимый с указателем. Имеется три способа объявления параметра, предназначенного для получения указателя на массив. Но все три метода объявления параметра приводят к одинаковому результату - указателю.

Передача массивов в функции. Первый способ

```
#include <stdio.h>
void display(int num[10]);
int main (void) /* вывод чисел */
{
int  t [10], i;
for (i=0; i<10; ++i) t[i]=i;
display(t);
return 0;
}
void display(int num[10])
{
int i;
for (i=0; i<10; i++) printf ("%d", num[i]);
}
```

```
0123456789
Process returned 0 (0x0)   execution time : 0.859 s
Press any key to continue.
```

Передача массивов в функции. Первый способ

- Формальный параметр может быть объявлен как массив.
- Хотя параметр num объявляется как целочисленный массив из десяти элементов, C++ автоматически преобразует его к целочисленному указателю, поскольку не существует параметра, который мог бы на самом деле принять весь массив.
- Передается только указатель на массив, поэтому должен быть параметр, способный принять его.

Передача массивов в функции. Второй способ

Следующий способ состоит в объявлении параметра для указания на **безразмерный массив**, как показано ниже:

```
void display(int num[])
{
int i;
for (i=0; i<10; i++) printf("%d ", num[i]);
}
```

где num объявлен как целочисленный массив неизвестного размера. Поскольку C++ не предоставляет проверку границ массива, настоящий размер массива не имеет никакого отношения к параметру (но, естественно, не к программе). Данный метод объявления также определяет num как целочисленный указатель.

Передача многомерного массива в функцию

При передаче массивов более высоких измерений только первое измерение может быть открыто, в то время как другие должны быть известны во время компиляции.

- const unsigned int DIM1 = 3;
- const unsigned int DIM2 = 5;
- void func(int ary[DIM1][DIM2]) { ... } *// (1)*
- void func(int ary[][DIM2]) { ... } *// (2)*

Передача массивов в функции. Третий способ

Через указатель

```
void display(int *num)
{
int i;
for (i=0; i<10; i++) printf ("%d ", num[i]);
}
```

Он допустим, поскольку любой указатель может быть индексирован с использованием [ ], если он является массивом.

Передача многомерного массива в функцию

```
#include <iostream.h>
using namespace std;
long InputMatrix(int *matrix ,int Height ,int Weight);
void main(){
    const int sHeight = 6;
    const int sWeight = 6;
    int mat[sHeight][sWeight] = {};
//Вызов функции
InputMatrix(&mat[0][0],sHeight,sWeight);}
```

Передача многомерного массива в функцию

```
long InputMatrix(int *matrix ,int Height ,int Weight){
    for(int i=0; i<Height;i++){
        for(int j=0;j<Weight;j++){
        cout<<"INPUT"<<' '<<i<<' '<<j<<'\t';

        cin>>matrix[i*Weight+j]; //ввод
        }
    }
return 0;
}
```