

# **Курс «С++. Программирование на языке высокого уровня»**

---

Павловская Т.А.

## Лекция 4. Функции

---

**Описание и использование функций.  
Параметры функции. Функции стандартной  
библиотеки C. Директивы препроцессора.  
Создание программ, состоящих из  
нескольких модулей. Области действия  
имен. Именованные области.**

# Функции

**inline**



```
[ класс ] тип имя ( [ список_параметров ] )  
[ throw ( исключения ) ]  
{ тело функции }
```

Класс:

**extern** — глобальная видимость во всех модулях программы (по умолчанию);

**static** — видимость только в пределах модуля, в котором определена функция.

## Функции - пример

```
#include <iostream.h>
int sum(int a, int b);    // объявление
int main() {
    int a = 2, b = 3, c, d;
    c = sum(a, b);        // вызов
    cin >> d;
    cout << sum(c, d);    // вызов
}
int sum(int a, int b) {   // определение
    return (a + b);
}
```

# Локальные статические переменные

```
#include <iostream.h>
void f(int a){
    cout << "n  m\n";
    while (a--){
        static int n = 0;
        int m = 0;
        cout << n++ << ' ' << m++ << '\n';
    }
}
int main(){ f(3); }
```

n	m
0	0
1	0
2	0

```
int* f(){
    int a = 5;
    return &a;
    // нельзя!
}
```

# Параметры функции

```
#include <iostream.h>
void f(int i, int* j, int& k);
int main(){
    int i = 1, j = 2, k = 3;
    cout <<"      i j k\n";
    cout <<"до      " << i <<' ' << j <<' ' <<k<<' \n';
    f(i, &j, k);
    cout <<"после  " << i << ' ' << j << ' ' << k;
}
void f(int i, int* j, int& k){
    i++; (*j)++; k++;
}
```

	i	j	k
до	1	2	3
после	1	3	4

# Пример 1 - сумма элементов массива

```
#include <iostream.h>

int sum(const int* mas, const int n);

int const n = 10;

void main(){
    int marks[n] = {3, 4, 5, 4, 4};
    cout << "Сумма эл-в: " << sum(marks, n);
}

int sum(const int* mas, const int n){
    // варианты: int sum(int mas[], int n)
    // или      int sum(int mas[n], int n)
    // (величина n должна быть константой)
    int s = 0;
    for (int i = 0; i < n; i++) s += mas[i];
    return s;
}
```

## Пример 2 - сумма элементов массива

...

```
int sum(const int *a, const int nstr, const int nstb);  
void main(){  
    int b[2][2] = {{2, 2}, {4, 3}};  
    printf(" %d\n", sum(&b[0][0], 2, 2));  
  
    int i, j, nstr, nstb, *a;  
    printf("Введите кол. строк и столбцов: \n");  
    scanf("%d%d", &nstr, &nstb);  
    a = (int *)malloc( nstr * nstb * sizeof(int) );  
    for (i = 0; i<nstr; i++)  
        for (j = 0; j<nstb; j++)  
            scanf("%d", &a[i * nstb + j]);  
    printf(" %d\n", sum(a, nstr, nstb));}
```



## Пример 2 - сумма элементов массива

```
int sum(const int *a, const int nstr, const int nstb){  
    int i, j, s = 0;  
    for (i = 0; i<nstr; i++)  
        for (j = 0; j<nstb; j++)  
            s += a[i * nstb + j];  
    return s;  
}
```

## Пример 3 - сумма элементов массива

...

```
int sum(const int **a, const int nstr, const int nstb);
```

```
void main(){
```

```
    int nstr, nstb;
```

```
    cin >> nstr >> nstb;
```

```
    int **a;
```

```
    a = new int* [nstr];
```

```
    for (int i = 0; i<nstr; i++)
```

```
        a[i] = new int [nstb];
```

```
    /*  формирование матрицы a  */
```

...

```
    cout << sum(a, nstr, nstb);
```

```
}
```

## Пример 3 - сумма элементов массива

```
int sum(const int **a, const int nstr, const int nstb){  
    int i, j, s = 0;  
    for (i = 0; i<nstr; i++)  
        for (j = 0; j<nstb; j++)  
            s += a[i][j];  
    return s;  
}
```

# Передача имен функций в качестве параметров

```
void f( int a ){ /* ... */ }  
void (*pf)( int ); // указатель на функцию  
  
pf = &f;           // или pf = f;  
pf(10);            // или (*pf)(10)
```

```
void fun(PF pf){ ... pf(10); ... }
```

```
typedef void (*PF)(int);  
PF menu[]={&new, &open, &save};  
menu[1](10);
```

# Параметры со значениями по умолчанию

```
int f(int a, int b = 0);
```

```
void f1(int, int = 100, char* = 0);
```

```
void err(int errValue = errno);
```

```
...
```

```
f(100); f(a, 1);
```

```
f1(a); f1(a, 10); f1(a, 10, "Vasia");
```

```
f1(a, , "Vasia")    // неверно!
```

# Функции с переменным числом параметров

```
int printf(const char* ...);
```

```
printf("Введите исходные данные");
```

```
printf("Сумма: %5.2f рублей", sum);
```

```
printf("%d %d %d %d", a, b, c, d);
```

Для доступа к необязательным параметрам внутри функции используются макросы библиотеки `va_start`, `va_arg` и `va_end`, находящиеся в заголовочном файле `<stdarg.h>`.

# Рекурсивные функции

```
long fact(long n){  
    if (n==0 || n==1) return 1;  
    return (n * fact(n - 1));  
}
```

Или:

```
long fact(long n){  
    return (n > 1) ? n * fact(n - 1) : 1;  
}
```

# Перегрузка функций

```
int max(int, int);
```

```
char* max(char*, char*);
```

```
int max (int, char*);
```

```
int max (char*, int);
```

```
void f(int a, int b, char* c, char* d) {  
    cout << max (a, b) << max(c, d)  
        << max(a, c) << max(c, b);  
}
```



# Неоднозначность

Неоднозначность может появиться при:

- преобразовании типа;
- использовании параметров-ссылок;
- использовании аргументов по умолчанию.

```
#include <iostream.h>
float f(float i){...}
double f(double i){...}
int main(){
    float x = 10.09;
    double y = 10.09;
    cout << f(x) << endl;
    cout << f(y) << endl;
    // cout << f(10) << endl; Неоднозначность!
```

# Неоднозначность

```
#include <iostream.h>
int f(int a){return a;}
int f(int a, int b = 1){return a * b;}
int main(){
    cout << f(10, 2);
    /* cout << f(10);
    что вызывается:
    f(int, int) или f(int) ? */
}
```

Неоднозначность —

```
int f(int a, int b) {...}
int f(int a, int &b) {...}
```

# Правила описания перегруженных функций

- Перегруженные функции должны находиться в *одной области видимости*
- Перегруженные функции могут иметь *параметры по умолчанию*, при этом значения одного и того же параметра в разных функциях должны совпадать. В различных вариантах перегруженных функций может быть различное количество параметров по умолчанию.
- Функции не могут быть перегружены, если описание их параметров отличается только *модификатором const* или *использованием ссылки* (например, `int` и `const int` или `int` и `int&`).

# Шаблоны функций

```
template <параметры> заголовок  
{ /* тело функции */ }
```

Параметры:

1. class имя
2. typename имя
3. template < ... > class имя
4. описание параметра

```
template<class T1 = int, class T2 = int>  
f(...) {...}
```

# Шаблоны функций - пример

```
template <class Type>
    void sort_vybor(Type *b, int n){
        Type a;
        for (int i = 0; i<n-1; i++){
            int imin = i;
            for (int j = i + 1; j<n; j++)
                if (b[j] < b[imin]) imin = j;
            a = b[i]; b[i] = b[imin];
            b[imin] = a;
        }
    }
```

# Шаблоны функций - пример

```
#include <iostream.h>
template <class Type>
    void sort_vybor(Type *b, int n);
int main() {
    const int n = 20;
    int b[n];
    for (int i = 0; i<n; i++) cin >> b[i];
    sort_vybor(b, n);
    for (int i=0; i<n; i++) cout << b[i] << ' ';

    double a[] = {0.22, 117, -0.08, 0.21, 42.5};
    sort_vybor(a, 5);
    for (int i=0; i<5; i++) cout << a[i] << ' ';
```

# Явное задание аргументов шаблона

```
template<class X, class Y, class Z> void f(Y, Z);
```

```
void g(){
```

```
    f<int, char*, double>("Vasia", 3.0);
```

```
    f<int, char*>("Vasia", 3.0);
```

```
        // Z определяется как double
```

```
    f<int>("Vasia", 3.0);
```

```
    // Y определяется как char*, а Z определяется как double
```

```
    // f("Vasia", 3.0); ошибка: X определить невозможно
```

```
}
```



## Шаблоны функций - описание параметра (4)

```
class T { /* ... */ };  
int i;
```

```
template <class T, T i> void f(T t)  
{  
    T t1 = i;           // template-parameters T and i  
    ::T t2 = ::i;       // global namespace members T and i  
}
```

```
template<const X &x, int i>  
    void f() { ... }
```

Описание параметра может быть:

- integral or enumeration type,
- pointer to object or pointer to function,
- reference to object or reference to function



# Примеры параметра

```
template <int i> void f1(int a[10][i]);  
template <int i> void f2(int a[i][20]);  
template <int i> void f3(int (&a)[i][20]);  
void g()  
{  
    int v[10][20];  
    f1(v); // OK: i deduced to be 20  
    f1<20>(v); // OK  
    f2<10>(v); // OK  
    f3(v); // OK: i deduced to be 10  
}
```

# Специализация шаблона функции

```
void sort_vibor <int> (int *b, int n)
{
    тело специализированного метода
}
```

# Функция main()

// без параметров:

```
тип main() { ... }
```

// с двумя параметрами:

```
тип main(int argc, char* argv[]) { ... }
```

```
#include <iostream.h>
```

```
void main(int argc, char* argv[]) {
```

```
for (int i = 0; i < argc; i++) cout << argv[i] << '\n';  
}
```

```
d:\cpp\main.exe one two three
```

```
D:\CPP\MAIN.EXE
```

```
one
```

```
two
```

```
three 27
```

# Функции стандартной библиотеки

## Функции ввода/вывода `<stdio.h>` или `<cstdio>`.

```
FILE* fopen(const char* filename, const char* mode);
```

mode: (b/t) и

"r" — файл открывается для чтения;

"w" — открывается пустой файл для записи (если файл существует, он стирается);

"a" — файл открывается для добавления информации в его конец;

"r+" — файл открывается для чтения и записи (файл должен существовать);

"w+" — открывается пустой файл для чтения и записи (если файл существует, он стирается);

"a+" — файл открывается для чтения и добавления информации в его конец

# Предопределенные потоки

стандартный ввод `stdin`

стандартный вывод `stdout`

стандартный вывод сообщений об ошибках `stderr`

стандартный дополнительный поток `stdaux`

стандартная печать `stdprn`



# Функции ввода/вывода

Чтение и запись **потока байтов** — fread, fwrite.

**Чтение символа** из потока — getc, fgetc, из стандартного потока stdin — getchar.

**Запись символа** в поток — putc, fputc, в стандартный поток stdout — putchar.

**Чтение строки** из потока — fgets, из стандартного потока stdin — gets.

**Запись строки** в поток — fputs, в стандартный поток stdout — puts.

**Форматированный ввод** из потока — fscanf, из стандартного потока stdin — scanf, из строки — sscanf.

**Форматированный вывод** в поток — fprintf, в стандартный поток stdout — printf, в строку — sprintf.

```
int fclose(FILE*);    int feof(FILE*);
```

```
int ferror(FILE*);
```

# Работа с файлами - пример 1

```
#include <iostream.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <conio.h>
int main(){
    FILE *fi, *fo;
    if((fi = fopen("d:\\c\\file.txt", "r")) == 0){
        cout << "Ошибка"; return 1;};
    if((fo = fopen("d:\\c\\binfile.out", "w+b"))==0){
        cout << "Ошибка"; return 1;};

    const int dl = 80;
    char      s[dl];
```



# Работа с файлами - пример 1

```
struct{
    char  type[20];
    intopt, rozn;
    char  comm[40];
}mon;
while (fgets(s, dl, fi)){
    // Преобразование строки в структуру:
    strncpy(mon.type, s, 19);
    mon.opt =
atoi(&s[20]);
    mon.rozn = atoi(&s[25]);
    strncpy(mon.comm, &s[30], 40);
    fwrite(&mon, sizeof mon, 1, fo);
}
fclose(fi);
```



# Работа с файлами - пример 1

```
int i; cin >> i;           // Номер записи

fseek(fo, (sizeof mon)*i, SEEK_SET);

fread(&mon, sizeof mon, 1, fo);

cout << "mon.type " << mon.type << " opt "
      << mon.opt << " rozn "
      << mon.rozn << endl;

fclose(fo);

return 0;

}
```

# Другие функции библиотеки

isalnum  
isalfa  
iscntrl  
isdigit  
isgraph  
islower  
isprint  
ispunct  
isspace  
isupper  
isxdigit

double atof(const char\* p)  
int atoi(const char\* p)  
long atol(const char\* p)

копирование строк (strcpy, strncpy)  
сравнение (strcmp, strncmp),  
объединение строк (strcat, strncat)  
поиск подстроки (strstr)  
поиск вхождения символа (strchr, strrchr,  
strpbrk)  
определение длины строки (strlen) и другие.

Математические

# Использование стандартных функций

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <stdlib.h>
int main(){
    char s[] = "2, 38.5, 70, 0, 0, 1", *p = s;
    float m[10];
    int i = 0;
    do{
        m[i++] = atof(p);
        if (i>9) break;
    }while(p = strchr(p, ','), p++);

    for( int k = 0; k<i; k++) printf("%5.2f ", m[k]);

    return 0;
```

# Директивы препроцессора

Директива `#include`:

**`#include <имя_файла>`**

“

“

Заголовочные файлы могут содержать:

- определения типов, констант, встроенных функций, шаблонов, перечислений;
- объявления функций, данных, имен, шаблонов;
- пространства имен;
- директивы препроцессора;
- комментарии.

**В заголовочном файле не должно быть определений**

©Павловская Т.А. **Функций и данных.**

(СПбГУ ИТМО)

# Внешние объявления

Чтобы сделать доступной в нескольких модулях переменную или константу, необходимо:

- определить ее ровно в одном модуле как глобальную;
- объявить ее как внешнюю с помощью модификатора `extern`. Поместить это объявление либо в нужные модули, либо в заголовочный файл, который включить в нужные модули.

```
// my_header.h
extern int a;
extern double b;
```

```
// -----
// one.cpp
#include "my_header.h"
int a;
```

```
// -----
// two.cpp
#include "my_header.h"
double b;
```

# Директива #define

Практически каждый макрос свидетельствует о недостатке в языке, программе или программисте

используется для определения:

- *символических констант* :

**#define имя текст\_подстановки**

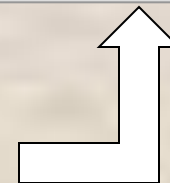
- *макросов*:

**#define имя( параметры ) текст\_подстановки**

- *символов, управляющих условной компиляцией*:

**#define имя**

```
#define M 1000  
#define Vasia "Василий Иванович"  
#define MAX(x,y) ((x)>(y)?(x):(y))
```



```
#define N(a,b) a##b /*склеить */
```

```
...
```

```
int N(bam,buk) (); /* => int bambuk(); */
```

Альтернативы макросам в C++:

const, inline, template, namespace

#undef имя



# Директивы условной компиляции: #if -- #endif

Назначение:

- исключить компиляцию отдельных частей программы
- временно закомментировать фрагменты кода

**#if конст\_выражение**

...

**[ #elif конст\_выражение**

**...]**

**[ #elif конст\_выражение**

**...]**

**[ #else**

**]**

**#endif**

```
#if OPT == 2
```

```
#include "hdr2.h"
```

```
#elif OPT == 1
```

```
#include "hdr1.h"
```

```
#elif
```

```
#include <cstdlib>
```

```
#endif
```



## Директивы условной компиляции: пример

```
#if defined(__BORLANDC__) && __BORLANDC__ == 0x530
    // Tested with BC5.3:
typedef istream_iterator<int, char, char_traits<char>, ptrdiff_t>
    istream_iter;

#elif defined(__BORLAND__) // Tested with BC5.2:
typedef istream_iterator<int, ptrdiff_t> istream_iter;

#else // Tested with VC5.0:
typedef istream_iterator<int> istream_iter;
#endif
```

```
#if 0
    int i, j;
    double x, y;
#endif
```

# Директивы `#ifdef` и `#ifndef`

## **`#ifdef` символ**

// Расположенный ниже код компилируется,  
если символ определен

## **`#ifndef` символ**

// Расположенный ниже код компилируется,  
если символ не определен

```
#ifndef HEADER_INCLUDED
#include "myheader.h"
#define HEADER_INCLUDED
#endif
```

# Стражи включения

Содержимое каждого заголовочного файла:

```
#ifndef FNAME_H  
#define FNAME_H  
...  
#endif /* FNAME_H */
```

# Директива #define - антипример

```
#define x 3
```

```
#define f(a) f(x * (a))
```

```
#undef x
```

```
#define x 2
```

```
#define g f
```

```
#define z z[0]
```

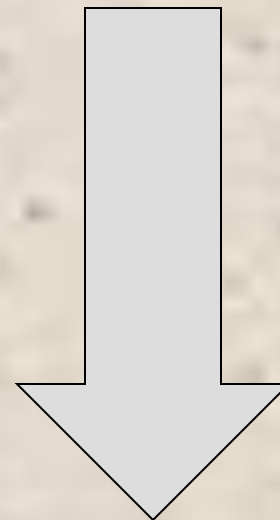
```
#define h g(~
```

```
#define m(a) a(w)
```

```
#define w 0,1
```

```
#define t(a) a
```

```
f(y+1) + f(f(z)) % t(t(g)(0) + t)(1);  
g(x+(3,4)-w) | h 5) & m  
(f)^m(m);
```



```
f(2 * (y+1)) + f(2 * (f(2 * (z[0])))) % f(2 * (0)) + t(1);  
f(2 * (2+(3,4)-0,1)) | f(2 * (~ 5)) & f(2 * (0,1))^m(0,1);
```

# Предопределенные макросы

```
#ifdef __cplusplus
```

```
// Действия, специфические для C++
```

```
#endif
```

```
printf(" Дата компиляции – %s \n", __DATE__) ;
```

```
printf("Ошибка в файле %s\nВремя комп: %s\n",  
__FILE__, __TIME__) ;
```

```
__LINE__
```

# Поименованные области

```
namespace [ имя_области ] { /* Объявления */}
```

```
namespace demo{  
    int i = 1;  
    int k = 0;  
    void func1(int);  
    void func2(int) { ... }  
}
```

```
namespace demo{ // Расширение  
    // int i = 2; Неверно — двойное определение  
    void func1(double); // Перегрузка  
    void func2(int); // Верно (повторное объявление)  
}
```

определение

```
void demo::func1(int) { ... }
```

# Обращение к элементам поименованной области

```
demo::i = 100; demo::func2(10);  
using demo::i;  
using namespace demo;
```

```
namespace DAM =  
Department_of_Applied_Mathematics;
```

Пространства имен стандартной библиотеки

```
// stdio.h  
namespace std{  
int feof(FILE *f);  
...  
}  
using namespace  
std;
```

```
// cstdio  
namespace std{  
int feof(FILE *f);  
...  
}
```