

**Курс «Алгоритмы и алгоритмические языки»  
1 семестр 2015/2016**

**Лекция 10**

## Функции

### ◆ **Объявление функции:**

*тип\_возвр\_значения имя\_функции(тип параметр,  
тип параметр, ..., тип параметр);*

`int atoi (char s[]);`

`void QuickSort (char *items, int count);`

◆ Тип возвращаемого значения `void` означает, что функция не возвращает значения.

### ◆ **Определение функции:**

*объявление\_функции {тело\_функции}*

◆ **Областью действия** функции является весь программный файл, в котором она объявлена, начиная со строки, содержащей ее объявление.

◆ Если в программном файле вызывается какая-либо функция, она *обязательно должна быть объявлена в этом программном файле до ее вызова.*

◆ Директива препроцессора `#include <имя_библиотеки.h>` вставляет в программу объявления всех функций соответствующей библиотеки

## **Вызов функции**

- ◇ Если функция  $f( )$  возвращает значение типа *тип*, то вызов этой функции может иметь вид:  
$$v = f( );$$
где  $v$  – переменная типа *тип*.
  
- ◇ Если функция  $f( \text{параметр} )$  не возвращает значений, вызов этой функции имеет вид:  
$$f( \text{аргумент} );$$
  
- ◇ **В языке Си все аргументы передаются по значению** (т.е. передаются только значения аргументов, и эти значения копируются в локальную область памяти функции).
  
- ◇ Если аргументом является указатель, его значением может быть адрес объекта вызывающей функции, что обеспечивает вызываемой функции доступ к объекту.

## *Указатели и аргументы функций*

- ◇ Используя аргументы-указатели, функция может обращаться к объектам вызвавшей ее функции.
- ◇ Использование указателей позволяет избежать копирования сложных структур данных: вместо этого передаются *указатели* на эти структуры.
- ◇ **Пример.** Функция `void swap(int x, int y);` меняет местами значения переменных `x` и `y`.

*Неправильный вариант:*

```
void swap (int x, int y)
{
    int tmp;
    tmp = x;
    x = y;
    y = tmp;
}
```

*Правильный вариант:*

```
void swap (int *px, int *py)
{
    int tmp;
    tmp = *px;
    *px = *py;
    *py = tmp;
}
```

## Вызов функции

- ◇ Массив всегда передается с помощью указателя на его первый элемент.

```
int asum1d (int a[], int n) {  
    int s = 0;  
    for (int i = 0; i < n; i++)  
        s += a[i];  
    return s;  
}
```

Можно объявить массив `a` в списке параметров как `const a[]`.

- ◇ Функции с переменным числом параметров:

```
int scanf (const char *, ...);
```

Всегда должен быть явно задан хотя бы один параметр.

После многоточия не должно быть других явных параметров.

Обработка переменных параметров – файл `stdarg.h`.

## Функции

◇ Пример:

```
#include <ctype.h>
int atoi (char *s)
{
    int n, sign;
    for (; isspace (*s); s++)
        ;
    sign = (*s == '-') ? -1 : 1;
    if (*s == '+' || *s == '-')
        s++;
    for (n = 0; isdigit (*s); s++)
        n = 10 * (*s - '0');
    return sign * n;
}
```

◇ Стандартная библиотека `ctype` содержит такие функции, как `isspace()`, `isdigit()` и др.

## ***Возврат из функции***

- ◇ Возврат из функции в точку вызвавшей ее функции, следующей за точкой вызова функции, осуществляется:
  - либо при выполнении оператора `return`,
  - либо после выполнения последнего оператора функции, если она не содержит оператора `return`.

```
#include <string.h>
```

```
#include <stdio.h>
```

```
void print_str_reverse (char *s)
```

```
{
```

```
    register int i;
```

```
    for (i = strlen (s) - 1; i >= 0; i--)
```

```
        putchar (s[i]);
```

```
}
```

- ◇ Если тип функции не `void`, то в ее теле должен быть хотя бы один оператор `return` с возвращаемым значением
- ◇ Если у функции несколько операторов `return`, возврат осуществляется **немедленно** по тому из них, который будет выполнен первым.

## **Результат выполнения функции**

- ◇ Все функции, кроме тех, которые относятся к типу `void`, возвращают значение, которое определяется выражением в операторе `return`.
- ◇ Помимо вычисления возвращаемого значения, функция может изменять значения переменных вызывающей функции (по указателю), а также изменять значения глобальных переменных.
- ◇ Результаты вызова функции, не связанные непосредственно с вычислением возвращаемых значений, составляют *побочный эффект* функции.
- ◇ Выделяют следующие виды функций:
  - (1) Функции, которые выполняют операции над своими аргументами с единственной целью – вычислить возвращаемое значение.
  - (2) Функции, которые обрабатывают данные и возвращают значение, которое показывает, успешно ли была выполнена эта обработка.
  - (3) Функции, возвращающие несколько значений (через указатели-аргументы и через возвращаемое значение).
  - (4) Функции, не возвращающие значений. Все такие функции имеют тип `void`.

## ***Результат выполнения функции***

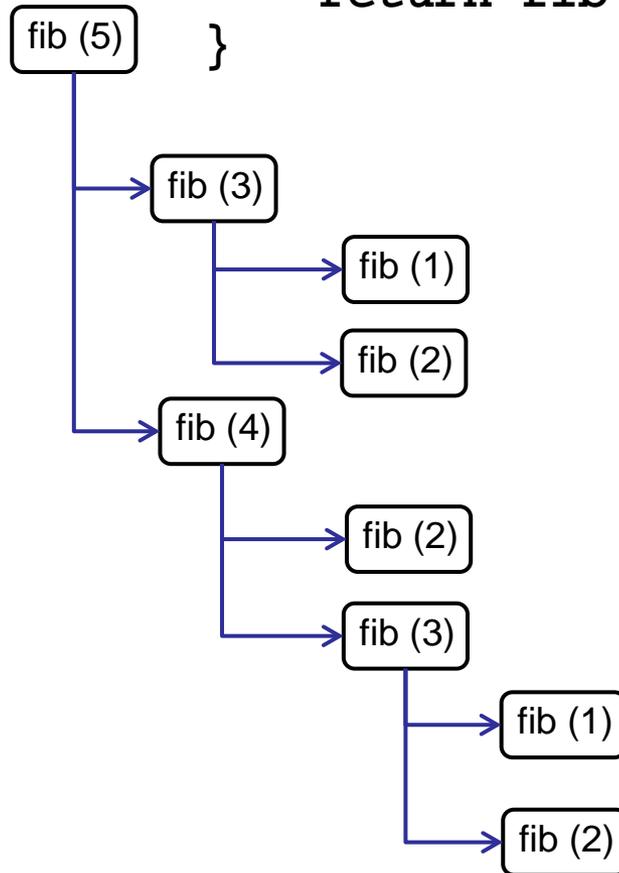
- ◇ Возвращаемым значением может быть указатель. Требуется, чтобы в объявлении такой функции тип возвращаемого указателя был объявлен точно: нельзя объявлять возвращаемый тип как `int *`, если функция возвращает указатель типа `char *`.
- ◇ Пример функции, возвращающей указатель (поиск первого вхождения символа `c` в строку `s`):

```
char *match (char c, char *s)  
{  
    while (c != *s && *s)  
        s++;  
    return s;  
}
```

# Рекурсия

- ◇ В языке Си функция может быть *рекурсивной*, т.е. вызывать саму себя:

```
int fib (int n)
{
    if (n == 1 || n == 2)
        return 1;
    else
        return fib (n - 2) + fib (n - 1);
}
```



## Рекурсия

- ◆ Рекурсивные функции часто неэффективны по сравнению с их итеративными вариантами:

```
int fibn (int n) {
    int i, g, h, fb;
    if (n == 1 || n == 2)
        return 1;
    else
        for (i = 2, g = h = 1; i < n; i++) {
            fb = g + h;
            h = g;
            g = fb;
        }
    return fb;
}
```

- ◆ Функция `fib` работает за экспоненциальное время и линейную память,  
функция `fibn` – за линейное время и константную память.

## ***Хвостовая рекурсия\****

- ◇ *Хвостовая рекурсия* (tail recursion) – рекурсивный вызов в самом конце функции. Как правило, этот вызов может быть оптимизирован компилятором в цикл.

```
int fact (int n) {
    if (n == 0)
        return 1;
    else
        return n*fact (n-1);
}

int fact (int n) {
    return tfact (n, 1);
}
int tfact (int n, int acc) {
    if (n == 0)
        return acc;
    return tfact (n-1, n*acc);
}
```

```
int fact (int n) {
    int t_n = n, t_acc = 1;

    /* tfact встроена в fact и оптимизирована в цикл */
start:
    if (t_n == 0)
        return t_acc;
    t_acc = t_n * t_acc;
    t_n = t_n - 1;
    goto start;
}
```

## Ключевое слово `inline`: встраиваемые функции (C99)

```
#include <stdio.h>
inline static int max (int a, int b)
{
    return a > b ? a : b;
}
int main (void)
{
    int x = 5, y = 17;
    printf ("Наибольшим из чисел %d и %d является %d\n",
           x, y, max (x, y));
    return 0;
}
```

◇ При обычной реализации `inline` приведенная программа эквивалентна:

```
#include <stdio.h>
inline static int max (int a, int b)
{
    return a > b ? a : b;
}
int main (void)
{
    int x = 5, y = 17;
    printf ("Наибольшим из чисел %d и %d является %d\n",
           x, y, (x > y ? x : y));
    return 0;
}
```

## Указатели на функцию

- ◇ Каждая функция располагается в памяти по определенному адресу. Адресом функции является ее точка входа (при вызове функции управление передается именно на эту точку).
- ◇ Присвоив значение адреса функции переменной типа указатель, получим указатель на функцию.
- ◇ Указатель функции можно использовать вместо ее имени при вызове этой функции. Указатель «лучше» имени тем, что его можно передавать другим функциям в качестве их аргумента.
- ◇ Имя функции `f ( )` без скобок и аргументов (`f`) по определению является указателем на функцию `f ( )` (аналогия с массивом).

```
int (*pf) (const char*, const char*);  
char *s1, *s2;  
int x = (*pf) (s1, s2);  
int y = pf (s2, "string constant");
```

## Указатели на функцию

- ◆ **Пример.** Сравнение двух строк символов, введенных пользователем (функция `check()`).

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>

static void check (char *a, char *b,
                  int (*pf) (const char*, const char*)) {
    printf ("Проверка на совпадение: ");
    if (! pf (a, b))
        printf ("равны\n");
    else
        printf ("не равны\n");
}

int main (void) {
    char s1[80], s2[80];

    printf ("Введите две строки \n");
    fgets (s1, sizeof (s1), stdin); s1[strlen (s1) - 1] = 0;
    fgets (s2, sizeof (s2), stdin); s2[strlen (s2) - 1] = 0;
    check (s1, s2, strcmp);
    return 0;
}
```

- ◆ Объявление `int (*p)(const char *, const char *);` сообщает компилятору, что `p` – указатель на функцию, имеющую два параметра типа `const char *` и возвращающую значение типа `int`.
- ◆ Скобки вокруг `*p` нужны, так как операция `*` имеет более низкий приоритет, чем `()`: если написать `int *p(...)`, получится, что объявлен не указатель на функцию, а функция `p`, которая возвращает указатель на целое.
- ◆ `(*cmp)(a, b)` эквивалентно `cmp(a, b)`.
- ◆ У функции `check` три параметра: два указателя на тип `char` и указатель на функцию `pf`. Указатель `pf` и функция `strcmp` имеют одинаковый формат, что позволяет использовать имя функции в качестве аргумента, соответствующего параметру `pf`.
- ◆ В данном случае использование указателя на функцию позволяет не менять программу сравнения, и тем самым получается более общий алгоритм.

```
int compvalues (const char *a, const char *b) {  
    return atoi (a) != atoi (b);  
}
```
- ◆ Массивы указателей на функцию: гибкая обработка событий