
# Программирование с использованием подпрограмм

# Список литературы по курсу

1. Князев А.В. Основы языка C++. Учебное пособие. –М.: Издательство МЭИ, 2013 – 80 с. ISBN 978-5-7046-1425-8.

2. Князев А.В. Работа со сложными структурами данных на языке C++. Учебное пособие. –М.: Издательство МЭИ, 2015 – 48 с. ISBN 978-5-7046-1658-0.

3. Программирование. Сборник задач. Учебное пособие. –Санкт-Петербург: Лань, 2019 – 140 с. ISBN 978-5-8114-3857-0.

URL: https://e.lanbook.com/book/121485

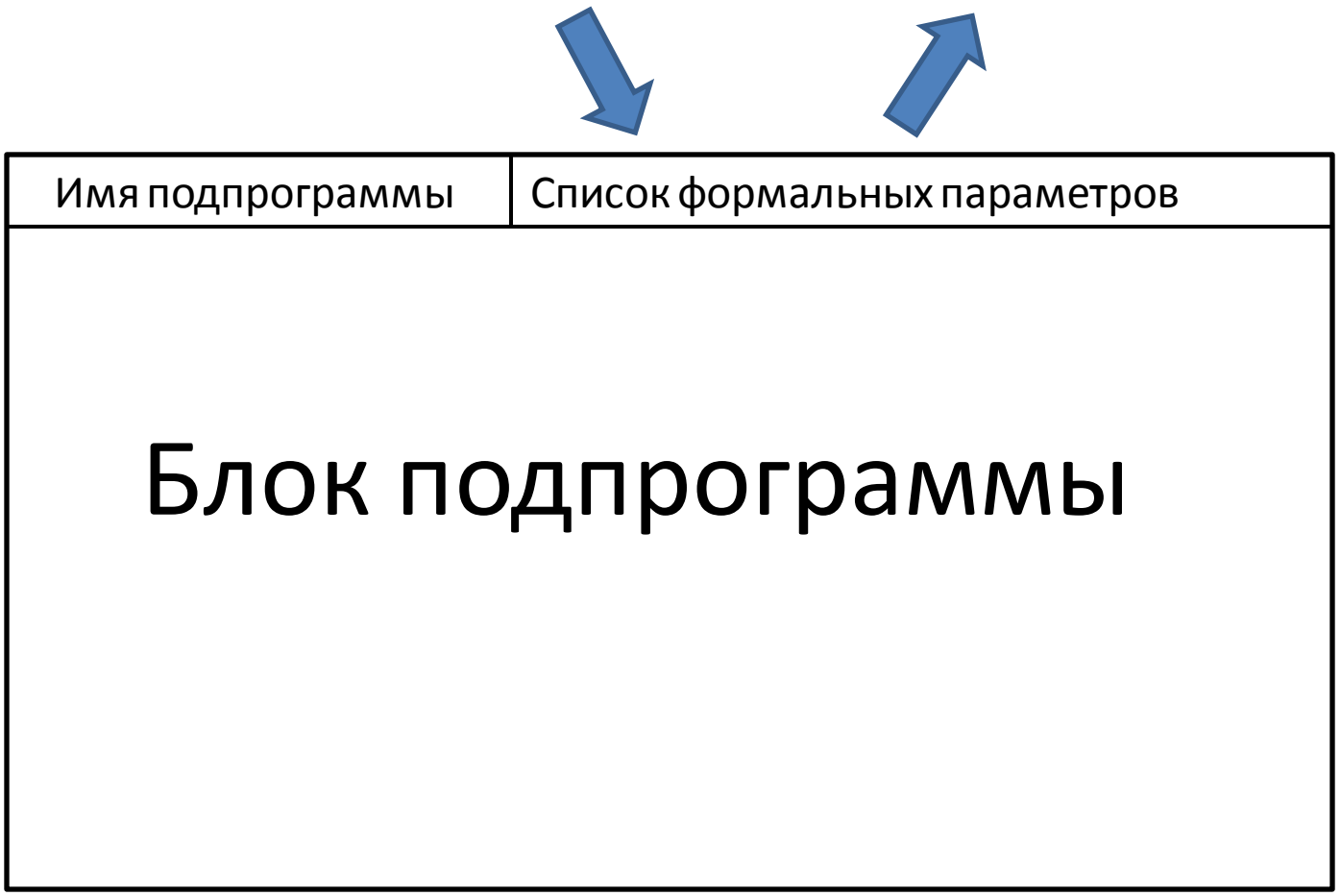
# ПОДПРОГРАММЫ

# ФУНКЦИИ В C/C++

- **Подпрограмма** – именованная, логически законченная группа операторов языка, которую можно вызвать для выполнения определенной задачи (класса задач) любое количество раз из различных мест программы.

- **Подпрограмма** – это программа, которую можно вызвать по имени, передать ей исходные данные в виде значений входных параметров и получить результаты.

# Структура подпрограммы



- Подпрограмма состоит из **заголовка** и **блока**.
- В заголовке указывается **тип подпрограммы**, **имя подпрограммы** и **список формальных параметров**.
- В списке формальных параметров для каждого параметра указывается: **тип параметра**, его **имя** и **способ передачи**.
- **Блок подпрограммы** – это программа, которая может иметь свои **локальные переменные**.
- В теле подпрограммы наряду с локальными переменными используются **формальные параметры**.

- **Алгоритм подпрограммы** описывает процесс преобразования её входных параметров в результаты.
- В **языке С/С++** подпрограммы реализованы в виде **функций**. Как известно, программа на С/С++ состоит из одной или нескольких функций.
- **Функция** получает входные параметры и **возвращает единственное значение**.
- **Функция должна быть описана перед своим использованием**.

# Описание функции

***тип_функции имя_функции ([список_формальных_параметров])***

***тип_функции*** – тип возвращаемого функцией значения (например, *целое*, *вещественное*, *строковое* и др.).

***список_формальных_параметров*** **–** список аргументов с указанием их типов и имен, разделенных запятыми, и заключенных в скобки. Если функция не имеет параметров, то скобки все равно необходимы.

- пример заголовка функции:

int **FUN**(int **i**, float **F**)

- блок имеет структуру обычной программы:

```
{
    <операторы>

    return значение; // Возврат значения функции
}
```

- функции могут быть определены до функции **main**, а также после функции **main**.
- В случае, если функции определены после функции **main** или **даже в другом файле**, необходимо до первого вызова функции сообщить программе тип возвращаемого функцией значения, а также количество и типы ее аргументов. Подобное сообщение называется **прототипом функции**.

- **прототип функции** может полностью совпадать с заголовком функции, хотя при объявлении функции компилятору необходимо знать только имя функции, количество аргументов и их типы и тип возвращаемого функцией значения. Поэтому имена аргументов в прототипе функции могут отсутствовать.

int **FUN**(int **x**, float **y**)

int **FUN**(int, float)

- для того, чтобы функция вернула какое-либо значение, в ней должен быть оператор возврата **return** *значение;*
- если возврата значения функции не требуется, то тип возвращаемого значения функцией – **void**, а оператор возврата просто – **return** и его можно даже опустить в теле функции.

```
void FUN(int x, float y)
{
}
```

# Вызов функции

Вызов функции представляет из себя указатель функции, то есть **имя функции** и в скобках **список фактических параметров.**

***имя_функции*** **([*список_ фактических_параметров*])**

Пример вызова функции: **FUN(10, 11.2)**

При вызове функции фактические параметры должны соответствовать формальным параметрам:

- по типу;
- по количеству;
- по порядку.

Таким образом, функция пишется относительно формальных параметров, для которых указываются типы, а выполняется для фактических параметров, которые подставляются на место формальных при вызове функции.

# Обмен данными между вызывающей программой и подпрограммой

Обмен данными между вызывающей программой и подпрограммой осуществляется при помощи аппарата **формальных – фактических** параметров.

При вызове подпрограммы, ей передаются фактические параметры, используя которые, она выполняется.

Существует два способа передачи данных:

- **по значению**;
- **по ссылке**.

При передаче данных по значению в подпрограмму передаётся **копия** фактического параметра.

Из этого следует, что, если подпрограмма изменит значение этого параметра, в вызывающей программе он останется неизменным.

При передаче данных по ссылке, в подпрограмму передаётся **адрес** фактического параметра, то есть подпрограмма «допускается» к памяти вызывающей программы (какая-то область памяти становится общей для них).

В этом случае, если подпрограмма изменяет значение фактического параметра, эти изменения происходят в памяти вызывающей программы. Так можно передавать результаты расчетов.

В C/C++ по умолчанию данные передаются по значению.

Для реализации передачи данных по ссылке в списке формальных параметров перед именем параметра, передаваемом по ссылке, ставится символ **&**.

```
int FUN(int x, float &y)
```

**x** – по значению;

**y** – по ссылке.

# Побочный эффект при выполнении функции

Функции могут передавать вызывающей программе результат через параметры по ссылке.

Передача такого дополнительного результата, наряду с основным, передаваемым через результат функции, называется побочным эффектом при выполнении функции.

# Пример программы с функцией

Задано два квадратных уравнения:

$$a*x^2 + b*x + c = 0$$

$$d*x^2 + e*x + f = 0$$

Решить эти уравнения в области действительных чисел и напечатать сообщение, если действительных корней нет.

Для решения этой задачи напишем функцию решения квадратного уравнения и применим её к каждому уравнению.

Назовём логическую функцию **cor**, у неё будет 5 параметров, три из них передаются по значению **a, b, c** – это коэффициенты уравнения, два параметра по ссылке: **x1**, **x2** – корни уравнения.

*Результат функции – признак наличия действительных корней*, получающий значение ***true***, если есть действительные корни, и ***false***, если таких корней нет.

```
bool cor (int a, int b, int c, float &x1, float &x2)
{
    float D=sqr(b) – 4*a*c;
    if  (D >= 0)
    {
        x1=(-b + sqrt(D))/(2*a);
        x2=(-b - sqrt(D))/(2*a);
      return true;
    }
    else
    {
      return false;
    }
}
```

```
int main ()
{
    int a, b, c, d, e, f;
    float x1, x2;
    cout<<“введите коэффициенты уравнений”;
    cin>>a>>b>>c>>d>>e>>f;
    // Решение первого уравнения
    if (cor(a, b, c, x1, x2)==true) // Вызов функции
        { cout<<x1<<x2<<endl; }
    else { cout<<“действительных корней нет”<<endl; }
    // Решение второго уравнения
    if (cor(d, e, f, x1, x2)==true) // Вызов функции
        { cout<<x1<<x2<<endl; }
    else { cout<<“действительных корней нет”<<endl; }
    return 0;
}
```

# Локализация имён

В программе, содержащей подпрограммы, может существовать несколько уровней описания объектов программы (типов, констант, переменных, функций).

Рассмотрим взаимодействие объектов в таких ситуациях на примере переменных.

Пусть есть программа и в ней описана подпрограмма.

Переменные, описанные в подпрограмме, доступны только в этой подпрограмме. Они **локальные переменные** этой подпрограммы и недоступны во внешней программе.

Переменные, описанные во внешней программе – **глобальные переменные**, доступны в программе и в подпрограмме, а это значит, что подпрограмма может использовать значения глобальных переменных и изменять их.

Если имя локальной переменной совпадает с именем глобальной переменной, то в подпрограмме глобальная переменная становиться недоступной.

# ПРИМЕР

```
int F(int x)
{
        int c;
        // Раздел операторов функции
        c = 10;
        Return  a + c + x;
}

int main()
{
        int   a, b, c, d, e;
        // Раздел операторов программы
        a = 5;
        c = 100;
        d = F(10);   // первый вызов функции
        a = 25;
        e = F(10);   // второй вызов функции
        return 0;
}
```

В этом примере **a, b, c, d, e** – глобальные переменные.

Глобальная переменная **c** недоступна в функции, так как её имя совпало с именем локальной переменной, остальные переменные доступны.

При вычислении функции используется значение глобальной переменной **a** и локальной **c**.

В зависимости от того, какое значение имела глобальная переменная **a** в момент вызова функции, получается различные значения результата функции.

Так при первом обращении функция возвратит результат равный **25**, а при втором обращении **45**.