

## Оглавление

1. Встраивание
2. Перегрузка функций
3. Шаблоны функций
4. Домашнее задание

## Встраивание

### Ключевое слово `inline`.

В прошлом уроке мы познакомились с понятием функции. И выяснили, что как только программа встречает вызов функции, она сразу же обращается к телу данной функции и выполняет его. Этот процесс существенно сокращает код программы, но при этом увеличивает время ее выполнения за счет постоянных обращений к описанию конкретной вызванной функции. Но, бывает и не так. Некоторые функции в языке С можно определить с использованием специального служебного слова `inline`.

Данный спецификатор позволяет определить функцию как встраиваемую, то есть подставляемую в текст программы в местах обращения к этой функции. Например, следующая функция определена как подставляемая:

```
inline float module(float x = 0, float y = 0)
{
    return sqrt(x * x + y * y);
}
```

Обрабатывая каждый вызов встраиваемой функции **`module`**, компилятор подставляет на место ее вызова - в текст программы - код операторов тела функции. Тем самым при многократных вызовах подставляемой функции, размер программы может увеличиться, однако исключаются временные затраты на обращение к вызываемой функции и возврат из нее в основную функцию программы.

**Примечание:** Наиболее эффективно использовать подставляемые функции в тех случаях, когда тело функции состоит всего из нескольких операторов.

Случается так, что компилятор не может определить функцию, как встраиваемую и просто игнорирует ключевое слово `inline`. Перечислим причины, которые приводят к такому результату:

1. Слишком большой размер функции.
2. Функция является рекурсивной. (с этим понятием вы познакомитесь в следующих уроках)
3. Функция повторяется в одном и том же выражении несколько раз
4. Функция содержит цикл, `switch` или `if`.

Как видите - всё просто, но `inline`-функции не единственный способ встраивания. Об этом расскажет следующая тема урока.

## Раскрытие макроса.

Помимо вызова функции, для встраивания в программу повторяющегося фрагмента используют, так называемое, **раскрытие макроса**. Для этих целей применяется директива препроцессора `#define`, со следующим синтаксисом:

```
#define Имя_макроса(Параметры) (Выражение)
```

## Пример:

```
#include <iostream>

#define SQR(X) ((X) * (X))
#define CUBE(X) (SQR(X) * (X))
#define ABS(X) ((X) < 0)? -(X) : X

using namespace std;
void main()
{
    y = SQR(t + 8) - CUBE(t - 8) ;
    cout <<sqrt(ABS(y)) ;
}
```

1. С помощью директивы `#define` объявляются три макроса `sqr(x)`, `cube(x)` и `abs(x)`.
2. В функции `main` происходит вызов вышеописанных макросов по имени.
3. Препроцессор раскрывает макрос (т. е. подставляет на место вызова выражение из директивы `#define`) и передает получившийся текст компилятору.
4. После встраивания выражение в `main` выглядит для программы таким образом:

```
y = ((t+8) * (t+8)) - (((t-8)) * (t-8)) * (t-8));
cout << sqrt((y < 0)? -(y) : y));
```

**Примечание:** Следует обратить внимание на использование скобок при объявлении макроса. С помощью них мы избегаем ошибок в последовательности вычислений. Например:

```
#define SQR(X) X * X

y = SQR(t + 8); //раскроет макрос t+8*t+8
```

В примере при вызове макроса SQR сначала выполнится умножение 8 на t, а потом к результату прибавится значение переменной t и восьмерка, хотя очевидно, что нашей целью было получение квадрата суммы t+8.

Теперь вы полностью знакомы с понятием встраивания и можете использовать его в своих программах.

## Перегрузка функций

Каждый раз, когда мы изучаем, новую тему, нам важно узнать, в чем заключается применение наших знаний на практике. Цель перегрузки функций состоит в том, чтобы несколько функций обладая одним именем, по-разному выполнялись и возвращали разные значения при обращении к ним с разными по типам и количеству фактическими параметрами.

Например, может потребоваться функция, возвращающая максимальное из значений элементов одномерного массива, передаваемого ей в качестве параметра. Массивы, используемые как фактические параметры, могут содержать элементы разных типов, но пользователь функции не должен беспокоиться о типе результата. Функция всегда должна возвращать значение того же типа, что и тип массива - фактического параметра.

Для реализации перегрузки функций необходимо для каждого имени определить, сколько разных функций связано с ним, т.е. сколько вариантов вызовов допустимы при обращении к ним. Предположим, что функция выбора максимального значения элемента из массива должна работать для массивов типа int, long, float, double. В этом случае придется написать четыре разных варианта функции с одним и тем же именем. В нашем примере эта задача решена следующим образом:

```
#include <iostream>
using namespace std;

long max_element(int n, int array[])
// Функция для массивов с элементами типа int.
{
    int value = array[0];
    for (int i = 1; i < n; i++)
        value = value > array [i] ? value : array [i] ;
    cout << "\nFor (int)      : ";
    return long(value);
}

long max_element(int n, long array[])
// Функция для массивов с элементами типа long.
{
    long value = array[0];
    for (int i = 1; i < n; i++)
        value = value > array[i] ? value : array[i];
    cout << "\nFor (long)       : ";
    return value;
}
```

```
}

double max_element(int n, float array[])
// Функция для массивов с элементами типа float.
{
    float value = array[0];
    for (int i = 1; i < n; i++)
        value = value > array[i] ? value : array[i];
    cout << "\nFor (float) : ";
    return double(value);
}

double max_element(int n, double array[])
// Функция для массивов с элементами типа double.
{
    double value = array[0];
    for (int i = 1; i < n; i++)
        value = value > array[i] ? value : array[i];
    cout << "\nFor (double) : ";
    return value;
}

void main()
{
    int x[] = { 10, 20, 30, 40, 50, 60 };
    long f[] = { 12L, 44L, 5L, 22L, 37L, 30L };
    float y[] = { 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6 };
    double z[] = { 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.06 };
    cout << "max_elem(6,x) = " << max_element(6,x);
    cout << "max_elem(6,f) = " << max_element(6,f);
    cout << "max_elem(6,y) = " << max_element(6,y);
    cout << "max_elem(6,z) = " << max_element(6,z);
}
```

1. В программе мы показали независимость перегруженных функций от типа возвращаемого значения. Две функции, обрабатывающие целые массивы (int, long), возвращают значение одного типа long. Две функции, обрабатывающие вещественные массивы (double, float), обе возвращают значение типа double.

2. Распознавание перегруженных функций при вызове выполняется по их параметрам. Перегруженные функции должны иметь одинаковые имена, но спецификации их параметров должны различаться по количеству и (или) по типам, и (или) по расположению.

### **ВНИМАНИЕ!!!**

При использовании перегруженных функций нужно с осторожностью задавать начальные значения их параметров. Предположим, мы следующим образом определили перегруженную функцию умножения разного количества параметров:

```
double multy (double x) {  
    return x * x * x;  
}  
double multy (double x, double y) {  
    return x * y * y;  
}  
double multy (double x, double y, double z)  
{  
    return x * y * z;  
}
```

Каждое из следующих обращений к функции multy() будет однозначно идентифицировано и правильно обработано:

```
multy (0.4)  
multy (4.0, 12.3)  
multy (0.1, 1.2, 6.4)
```

Однако, добавление в программу функции с начальными значениями параметров:

```
double multy (double a = 1.0, double b = 1.0, double c = 1.0,  
double d = 1.0)  
{  
    return a * b + c * d;  
}
```

навсегда запутает любой компилятор при попытках обработать, например, такой вызов:

```
multy(0.1, 1.2);
```

что приведет к ошибке на этапе компиляции. Будьте внимательны!!!

Следующий раздел урока расскажет вам об альтернативном решении, позволяющем создать универсальную функцию.

## Шаблоны функций

Шаблоны функций в языке C позволяют создать общее определение функции, применяемой для различных типов данных.

В прошлой теме, чтобы использовать одну и ту же функцию с различными типами данных мы создавали отдельную перегруженную версию этой функции для каждого типа. Например:

```
int Abs(int N){
    return N < 0 ? -N : N;
}
double Abs(double N){
    return N < 0. ? -N : N;
}
```

Теперь, используя шаблон мы сможем реализовать **единственное** описание, обрабатывающее значения любого типа:

```
template <typename T> T Abs (T N)
{
    return N < 0 ? -N : N;
}
```

Теперь - обсудим то, что у нас получилось.

1. Идентификатор **T** является **параметром типа**. Именно он определяет тип параметра, передаваемого в момент вызова функции.
2. Допустим, программа вызывает функцию *Abs* и передает ей значения типа *int*:

```
cout << "Result - 5 = " << Abs(-5);
```

3. В данном случае, компилятор автоматически создает версию функции, где вместо **T** подставляется тип *int*.

4. Теперь функция будет выглядеть так:

```
int Abs (int N)
{
    return N < 0 ? -N : N;
}
```

5. Следует отметить, что компилятор создаст версии функции для любого вызова, с любым типом данных. Такой процесс носит название - **создание экземпляра** шаблона функции.

## Основные принципы и понятия при работе с шаблоном.

Теперь, после поверхностного знакомства - мы рассмотрим все особенности работы шаблонов:

1. При определении шаблона используются два спецификатора: **template** и **typename**.
2. На место параметра типа **T** можно подставить любое корректное имя.
3. В угловые скобки можно записывать больше одного параметра типа.
4. Параметр функции - это значение, передаваемое в функцию при выполнении программы.
5. Параметр типа - указывает тип аргумента, передаваемого в функцию, и обрабатывается только при компиляции.

## Процесс компиляции шаблона.

1. Определение шаблона не вызывает генерацию кода компилятором самостоятельно. Последний создает код функции только в момент её вызова и генерирует при этом соответствующую версию функции.
2. Следующий вызов с теми же типами данных параметров не спровоцирует генерацию дополнительной копии функции, а вызовет ее уже существующую копию.
3. Компилятор создает новую версию функции, только если тип переданного параметра не совпадает ни с одним из предыдущих вызовов.

## Пример работы с шаблоном:

```
template <typename T> T Max (T A, T B)
{
    return A > B ? A : B;
}
```

1. Шаблон генерирует множество функций, возвращающих большее из двух значений с одинаковым типом данных.
2. Оба параметра определены как параметры типа **T** и при вызове функции передаваемые параметры должны быть строго одного типа. В данном случае возможны такие вызовы функции:

```
cout << "Большее из 10 и 5 = " << Max(10, 5) << "\n";
cout << "Большее из 'A' и 'B' = " << Max('A', 'B') << "\n";
cout << "Большее из 3.5 и 5.1 = " << Max(3.5, 5.1) << "\n";
```

А такой вызов приведет к ошибке:



```
cout << "Большее из 10 и 5.55 = " << Max(10, 5.55); // ОШИБКА!
```

Компилятор не сможет преобразовать параметр *int* в *double*.

Решением проблемы передачи разных параметров является такой шаблон:

```
template <typename T1, typename T2> T2 Max(T1 A , T2 B)
{
    return A > B ? A : B;
}
```

В этом случае *T1* обозначает тип значения, передаваемого в качестве первого параметра, а *T2* - второго.

### **ВНИМАНИЕ!!!**

Каждый параметр типа, встречающийся внутри угловых скобок, должен **ОБЯЗАТЕЛЬНО** появляться в списке параметров функции. В противном случае произойдет ошибка на этапе компиляции.

```
template <typename T1, typename T2> T1 Max(T1 A , T1 B)
{
    return A > B ? A : B;
}

// ОШИБКА! список параметров должен включать T2 как параметр
типа.
```

### **Переопределение шаблонов функций**

1. Каждая версия функции, генерируемая с помощью шаблона, содержит один и тот же фрагмент кода.
2. Однако, для отдельных параметров типа можно обеспечить особую реализацию кода, т. е. определить обычную функцию с тем же именем, что и шаблон.
3. Обычная функция переопределит шаблон. Если компилятор находит типы переданных параметров соответствующие спецификации обычной функции, то он вызовет ее, и не создает функцию по шаблону.

На сегодня всё!!! Желаем удачи.

## Домашнее задание

1. Написать шаблон функции для поиска среднего арифметического значений массива.
2. Написать перегруженные шаблоны функций для нахождения корней линейного ( $a*x + b = 0$ ) и квадратного ( $a*x^2 + b*x + c = 0$ ) уравнений. Замечание: в функции передаются коэффициенты уравнений.
3. Написать функцию, которая принимает в качестве параметров вещественное число и количество знаков после десятичной точки, которые должны остаться. Задачей функции является округление вышеуказанного вещественного числа с заданной точностью.