

Урок 2. Линейные программы на C/C++

Цель работы: приобрести навыки в написании простейших линейных программ.

Структура программы. Общая структура программы на C/C++ следующая:

```
директивы_препроцессора
определение_функции_1
определение_функции_2
.....
определение_функции_N
```

Среди функций обязательно присутствует главная функция с именем `main`. Простейшая программа содержит только главную функцию и имеет следующую структуру:

```
директивы_препроцессора
void main( )
{
    определения_объектов;
    исполняемые_операторы;
}
```

Рассмотрим все необходимые средства языка для составления линейных вычислительных программ. В качестве опорного примера рассмотрим программу для вычисления площади треугольника по формуле Герона.

Пример 1. Дано: a, b, c — стороны треугольника. Вычислить S — площадь треугольника по формуле Герона:

$$S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)},$$

где p — полупериметр треугольника.

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

void main( )
{
    setlocale( LC_ALL, "RUS" );
    float a, b, c, p, s;
    printf("\na ="); scanf("%f", &a);
    printf("\nb ="); scanf("%f", &b);
    printf("\nc ="); scanf("%f", &c);
    p = (a + b + c)/2;
    s = sqrt( p * (p - a) * (p - b) * (p - c));
    printf("\nПлощадь треугольника = %f", s);
}
```

Как уже было сказано, программа состоит из одной главной функции со стандартным именем `main`. Слово `void` обозначает отсутствие какого-либо возвращаемого этой функцией результата, а пустые скобки — отсутствие у нее аргументов. Все, что следует после заголовка функции и заключено в фигурные скобки, можно назвать **телом функции**. Первая строка — объявление используемых **переменных**. Все они плавающего типа `double`. Обратите внимание на то, что объявление переменных заканчивается точкой с запятой.

Дальнейшая часть программы — исполняемые **операторы**. Среди них операторы вывода на экран, ввода данных с клавиатуры, операторы присваивания.

Понятие «оператор» в С трактуется следующим образом: любое выражение, после которого стоит точка с запятой, воспринимается компилятором как отдельный оператор. Оператор определяет законченное действие на очередном шаге выполнения программы. С точки зрения данного выше определения следующая конструкция в программе является оператором:

```
i++;
```

Его называют **оператором-выражением**. Если вычисление выражения заканчивается присваиванием, то его можно назвать **оператором присваивания**. В рассматриваемой программе присутствуют два оператора присваивания: вычисления полупериметра (p) и вычисления площади треугольника (S).

В выражении для вычисления площади используется библиотечная функция `sqrt( )` — квадратный корень. Данная функция относится к библиотеке математических функций. Для подключения этой библиотеки к нашей программе используется директива препроцессора `#include <math.h>`. Здесь `math.h` — имя заголовочного файла этой библиотеки. В табл. 4.3 даны описания некоторых наиболее часто используемых функций математической библиотеки С.

Таблица 1. Математические функции (заголовочный файл `math.h`)

Обращение	Тип аргумента	Тип результата	Функция
<code>abs(x)</code>	<code>int</code>	<code>int</code>	абсолютное значение целого числа
<code>acos(x)</code>	<code>double</code>	<code>double</code>	арккосинус (радианы)
<code>asin(x)</code>	<code>double</code>	<code>double</code>	арксинус (радианы)
<code>atan(x)</code>	<code>double</code>	<code>double</code>	арктангенс (радианы)
<code>ceil(x)</code>	<code>double</code>	<code>double</code>	ближайшее целое, не меньшее x
<code>cos(x)</code>	<code>double</code>	<code>double</code>	косинус (x в радианах)
<code>exp(x)</code>	<code>double</code>	<code>double</code>	e^x — экспонента от x
<code>fabs(x)</code>	<code>double</code>	<code>double</code>	абсолютное значение вещественного x
<code>floor(x)</code>	<code>double</code>	<code>double</code>	наибольшее целое, не превышающее x
<code>fmod(x, y)</code>	<code>double</code>	<code>double</code>	остаток от деления нацело x на y
<code>log(x)</code>	<code>double</code>	<code>double</code>	логарифм натуральный — $\ln x$
<code>log10(x)</code>	<code>double</code>	<code>double</code>	логарифм десятичный — $\lg x$
<code>pow(x, y)</code>	<code>double</code> <code>double</code>	<code>double</code>	x в степени y — x^y
<code>sin(x)</code>	<code>double</code>	<code>double</code>	синус (x в радианах)
<code>sinh(x)</code>	<code>double</code>	<code>double</code>	гиперболический синус
<code>sqrt(x)</code>	<code>double</code>	<code>double</code>	корень квадратный (положительное значение)

Обращение	Тип аргумента	Тип результата	Функция
<code>tan(x)</code>	double	double	тангенс (x в радианах)
<code>tanh(x)</code>	double	double	гиперболический тангенс

В рассматриваемой программе операторы `printf( )`; и `scanf( )`; реализуют соответственно вывод на экран и ввод исходных данных с клавиатуры. Они осуществляют обращение к соответствующим функциям стандартной библиотеки ввода-вывода C, заголовочный файл которой имеет имя `stdio.h`.

Форматированный вывод на экран. Оператор вызова функции `printf( )` имеет следующую структуру:

```
printf( форматная_строка, список_аргументов );
```

Форматная строка ограничена двойными кавычками (т.е. является текстовой константой) и может включать в себя произвольный текст, управляющие символы и спецификаторы формата. Список аргументов может отсутствовать или же состоять из выражений, значения которых выводятся на экран (в частном случае из констант и переменных). В примере 1 оператор `printf ("a =");` содержит текст ("a =") и управляющие символы ("\n"). Текст выводится на экран в том виде, в котором он записан. Управляющие символы влияют на расположение на экране выводимых знаков. В результате выполнения этого оператора на экран с новой строки выведутся символы a =.

Признаком управляющего символа является значок \. Ниже приводится их список:

```
\n — перевод строки;
\t — горизонтальная табуляция;
\r — возврат курсора к началу новой строки;
\a — сигнал-звонок;
\b — возврат на один символ (одну позицию);
\f — перевод (прогон) страницы;
\v — вертикальная табуляция.
```

Оператор `printf ("\nПлощадь треугольника =%f", s);` содержит все виды параметров функции `printf`. Список аргументов состоит из одной переменной s. Ее значение выводится на экран.

Пара символов `%f` является **спецификацией формата** выводимого значения переменной s. Значок % — признак формата, а буква f указывает на то, что выводимое число имеет вещественный (плавающий) тип и выводится на экран в форме с фиксированной точкой. Например, если в результате вычислений переменная s получит значение 32,435621, то на экран выведется:

```
Площадь треугольника = 32.435621
```

Спецификатор формата определяет форму внешнего представления выводимой величины. Вот некоторые спецификаторы формата:

```
%c — символ;
%s — строка;
%d — целое десятичное число (тип int);
%u — целое десятичное число без знака (тип unsigned);
%f — вещественные числа в форме с фиксированной точкой;
```

`%e` — вещественные числа в форме с плавающей точкой (с мантиссой и порядком).

Например, после выполнения следующих операторов

```
float m, p;
int k;
m = 84.3; k = -12; p = 32.15;
printf("\nm = %f\tk = %d\tp = %e", m, k, p);
```

на экран выведется строка:

```
m = 84.299999 k = -12 p = 3.21500e+01
```

Здесь дважды используемый управляющий символ табуляции `\t` отделил друг от друга выводимые значения. Из этого примера видно, что соответствие между спецификаторами формата и элементами списка аргументов устанавливается в порядке их записи слева направо.

К спецификатору формата могут быть добавлены числовые параметры: ширина поля и точность. Ширина — это число позиций, отводимых на экране под величину, а точность — число позиций под дробную часть (после точки). Параметры записываются между значком `%` и символом формата и отделяются друг от друга точкой. Внесем изменения в оператор вывода для рассмотренного выше примера.

```
printf ("\nm = %5.2f\tk = %5d\tp = %8.2e\tp = %11.4e", m, k, p, p);
```

В результате на экране получим:

```
m = 84.30 k = -12 p = 32.15 p = 3.2150e + 01
```

Если в пределы указанной ширины поля выводимое значение не помещается, то этот параметр игнорируется и величина будет выводиться полностью.

К спецификаторам формата могут быть добавлены модификаторы в следующих вариантах:

```
%ld — вывод long int;
%hu — вывод short unsigned;
%Lf — вывод long double.
```

Форматированный ввод с клавиатуры. Оператор вызова функции `scanf()` имеет следующую структуру:

```
scanf( форматная_строка, список_аргументов );
```

Данная функция осуществляет чтение символов, вводимых с клавиатуры, и преобразование их во внутреннее представление в соответствии с типом величин. В функции `scanf()` форматная строка и список аргументов присутствуют обязательно. В программе из примера 1 имеется оператор `scanf("%f", &a);`

Здесь `"%f"` — форматная строка; `&a` — список аргументов, состоящий из одного элемента. Этот оператор производит ввод числового значения в переменную `a`.

Символьную последовательность, вводимую с клавиатуры и воспринимаемую функцией `scanf()`, принято называть входным потоком. Функция `scanf()` разделяет этот поток на отдельные вводимые величины, интерпретирует их в соответствии с указанным типом и форматом и присваивает переменным, содержащимся в списке аргументов.

Список аргументов — это перечень вводимых переменных, причем перед именем каждой переменной ставится значок &. Это знак операции «взятие адреса переменной». Подробнее смысл этого действия будет объяснен позже, а пока примем это правило формально.

Форматная строка заключается в кавычки (как и для printf) и состоит из списка **спецификаций**. Каждая спецификация начинается со знака %, после которого могут следовать

*ширина_поля модификатор спецификатор

Из них обязательным элементом является лишь спецификатор.

Для ввода числовых данных используются следующие спецификаторы:

- d — для целых десятичных чисел (тип int);
- u — для целых десятичных чисел без знака (тип unsigned int);
- f — для вещественных чисел (тип float) в форме с фиксированной точкой;
- e — для вещественных чисел (тип float) в форме с плавающей точкой.

Звездочка в спецификации позволяет пропустить во входном потоке определенное количество символов. Ширина поля — целое положительное число, позволяющее определить число символов из входного потока, принадлежащих значению соответствующей вводимой переменной. Как и в спецификациях вывода для функции printf(), в спецификациях ввода функции scanf() допустимо использование модификаторов h f l, L. Они применяются при вводе значений модифицированных типов:

- hd — для ввода значений типа short int;
- ld — для ввода значений типа long int;
- lf, le — для ввода значений типа double в форме с фиксированной и плавающей точкой;
- Lf, Le — для ввода значений типа long double в форме с фиксированной и плавающей точкой.

В программе из примера 1 все три величины a, b, c можно ввести одним оператором:

```
scanf("%f%f%f", &a, &b, &c);
```

Если последовательность ввода будет такой:

```
5 3.2 2.4 <Enter>
```

то переменные получают следующие значения: a = 5,0, b = 3,2, c = 2,4. Разделителем в потоке ввода между различными значениями может быть любое количество пробелов, а также другие пробельные символы: знак табуляции, конец строки. Только после нажатия на клавишу Enter вводимые значения присвоятся соответствующим переменным. До этого входной поток помещается в буфер клавиатуры и может редактироваться.

Потоковый ввод-вывод в C++. Программируя на языке C++, можно пользоваться средствами ввода-вывода стандартной библиотеки Си, подключаемой с помощью заголовочного файла stdio.h, как это делалось выше. Однако в C++ имеются свои специфические средства ввода-вывода. Это библиотека классов, подключаемая к программе с помощью файла iostream.h. В этой библиотеке определены в качестве объектов стандартные символьные потоки со следующими именами:

cin — стандартный поток ввода с клавиатуры;
cout — стандартный поток вывода на экран.

Ввод данных интерпретируется как извлечение из потока `cin` и присваивание значений соответствующим переменным. В C++ определена операция извлечения из стандартного потока, знак которой `>>`. Например, ввод значений в переменную `x` реализуется оператором `cin >> x`;

Вывод данных интерпретируется как помещение в стандартный поток `cout` выводимых значений. Выводиться могут тексты, заключенные в двойные кавычки, и значения выражений. Знак операции помещения в поток `<<`. Примеры использования потокового вывода:

```
cout << a + b;
cout << "\nРезультат =" << y;
cout << " x = " << x << " y = " << y << " z = " << z << endl;
```

Из приведенных примеров видно, что в выходном потоке можно использовать управляющие символы, как и при использовании функции `printf()`; перед каждым элементом вывода нужно ставить знак операции `<<`. Элемент вывода `endl` является так называемым манипулятором, определяющим перевод курсора на новую строку (действует аналогично управляющему символу `\n`).

В процессе потокового ввода-вывода происходит преобразование из формы внешнего символьного представления во внутренний формат и обратно. Тип данных и необходимый формат определяются автоматически. Стандартные форматы задаются специальными флагами форматирования, которые устанавливаются с помощью функции `setf()`. Кроме того, на формат отдельных выводимых данных можно влиять путем применения специальных манипуляторов. Здесь мы не будем подробно разбирать эти вопросы.

Перепишем программу из примера 1 в варианте с использованием потокового ввода-вывода C++.

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

using namespace std;

void main( )
{
    setlocale(LC_ALL, "RUS");
    float a, b, c, p, s;
    cout << "\na ="; cin << a;
    cout << "\nb ="; cin >> b;
    cout << "\nc ="; cin >> c;
    p = (a + b + c) / 2;
    s = sqrt(p * (p - a) * (p - b) * (p - c));
    cout << "\nПлощадь треугольника =" << s;
}
```

Упражнения

1. При выполнении программы

```
#include <stdio.h>
void main( )
{
    float a, b, c;
```

```

int m, n;
scanf("%f%d%f%d%f", &a, &m, &b, &n, &c);
printf ( "\na = % 8.3f d = % 7.2f c = %12.3e ", a, b, c ) ;
printf("\nm = %10 dn = %5d", m, n );
}

```

с клавиатуры была введена следующая символьная последовательность:

32.4 87 0.05 4567 2314.45 <Enter>

Как будет выглядеть на экране результат работы программы?

2. Приведенная ниже программа решает следующую задачу: идет к-я секунда суток. Определить, сколько целых часов (Я) и целых минут (М) прошло с начала суток. Например, если

$k = 13257 = 3 \times 3600 + 40 \times 60 + 57$, то Я = 3, М = 40.

Вывести на экран фразу: «Это... часов... минут». Вместо многоточий поставить вычисленные значения Ч М.

```

#include <stdio.h>
void main( )
{
    long k;
    int h, m;
    printf("Введите текущее время в секундах:");
    scanf("%ld", &k) ;
    h = k/3600;
    m = ( k%3600)/ 60;
    printf("Это %d часов %d минут.\n", h, m) ;
}

```

Разобрать, как работает данная программа. Переписать ее с использованием потокового ввода-вывода C++.

3. Составить программу решения обратной задачи по отношению к предыдущей: дано количество часов и минут, прошедших от начала суток. Определить количество секунд.
4. Составить программу вычисления объема и площади поверхности куба по данной длине ребра.
5. Составить программу для вычисления корней квадратного уравнения.

Литература

1. **Семакин И.Г., Шестаков А.П.** Основы программирования: Учебник.- М.: Мастерство, 2002.- 432 с.