

1 ПРОГРАММИРОВАНИЕ ЛИНЕЙНОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Цель работы - освоение простейшей структуры программы; приобретение навыков в записи выражений на языке C++ и использовании стандартных функций; получение навыков в организации ввода-вывода информации.

1.1 Подготовка к выполнению задания

При подготовке к работе необходимо изучить стандартные типы данных языка C++, операции и стандартные функции для переменных этих типов, правила вычисления выражений и записи операторов присваивания, способы организации ввода-вывода данных в программах.

1.2 Теоретические сведения

Структура программы. Программа на языке C имеет следующую структуру [11]:

#директивы препроцессора

.....

#директивы препроцессора

функция a()

{ тело функции a }

.

.

функция b()

{ тело функции b }

void main () //функция, с которой начинается выполнение программы

{последовательность определений, описаний и исполняемых операторов}

Среди этих функций всегда должна быть функция с именем **main**. Без нее программа не может быть выполнена. Это точка входа в программу.

Перед именем функции помещаются сведения о типе возвращаемого функцией значения (тип результата): **double sqrt (double arg)**

Если функция ничего не возвращает, то указывается тип **void**: **void main ()**;

Если функция не объявлена как **void**, она должна возвращать значение. Возвращаемое значение задается инструкцией **return e**; где **e** – выражение, значение которого возвращается в качестве результата работы функции.

В программах на C++ используется два способа **комментариев**:

- первый способ для многострочных комментариев (начинается с комбинации символов косой черты и звездочки (/*), и заканчивается обратной комбинацией этих же символов (*/*). Не может быть вложенным.),
- второй – для коротких замечаний (начинается с двух символов косой черты (//) и заканчивается концом строки).

Правила задания имен объектов (идентификаторов) C-программ. В идентификаторе могут быть использованы латинские буквы, цифры и знак подчеркивания. Первым символом не может быть цифра. Прописные и строчные буквы различаются, (PROG1, prog1 и Prog1 – три различных идентификатора). Пробелы не допускаются.

_PROG1, prog_1, P1ro2g1 - правильные идентификаторы.
3PROG1, prog_*, №5_Prog1 – ошибка!

Стандартные типы данных. Одним из важнейших понятий в программировании является переменная. Переменная – это поименованная область оперативной памяти компьютера, где хранится значение некоторой величины. Переменная обладает такими свойствами: название (имя), значение, тип. Количество переменных и их свойства указывает пользователь. Тип переменной определяет её допустимые значения, а также операции, которые можно над ней выполнять.

Рассмотрим стандартные типа данных

В C++ определены следующие простые **типы данных**:

int (целый)
char (символьный)
bool (логический)
float (вещественный)
double (вещественный с двойной точностью)

Существует 4 спецификатора типа, уточняющих внутреннее представление и диапазон стандартных типов:

- 1) **short** (короткий)
- 2) **long** (длинный)
- 3) **signed** (знаковый)
- 4) **unsigned** (беззнаковый)

Формат операции простого присваивания:

<переменная>=<выражение>

Действие оператора. Вычисляется <выражение>, и его значение присваивается <переменной>. Выражение служит для описания формул, по которым выполняются вычисления, и может состоять из чисел, имён переменных, констант, функций, соединённых символами операций.

Если выражение формирует целое или вещественное число, то оно *называется арифметическим*. Пара арифметических выражений, объединённая операцией сравнения, называется *отношением*. Если отношение имеет ненулевое значение, то оно – **истинно**, иначе – **ложно**. Приоритеты операций в выражениях представлены в табл. 1.1

Таблица 1.1

Приоритеты операций в выражениях

Ранг	Операции
1	() [] -> .
2	! ~ - ++ -- & * (тип) sizeof тип()
3	* / % (мультипликативные бинарные)
4	+ - (аддитивные бинарные)
5	<< >> (поразрядного сдвига)
6	< > <= >= (отношения)
7	== != (отношения)
8	& (поразрядная конъюнкция «И»)
9	^ (поразрядное исключающее «ИЛИ»)
10	(поразрядная дизъюнкция «ИЛИ»)
11	&& (конъюнкция «И»)
12	(дизъюнкция «ИЛИ»)
13	?: (условная операция)

14	<code>= *= /= %= -= &= ^= = <<= >>=</code> (операция присваивания)
15	<code>,</code> (операция запятая)

Операции выполняются с учетом их приоритета (1 – самый высокий). Для изменения естественного порядка выполнения операций используют круглые скобки, например;

$2 * 3 - 2 = -8$; $2 * (-3 - 2) = -10$; $5 * (2 + 13) = 75$;
 $20 + 100 / 20 * 5 = 45$; $20 + 100 / (20 * 5) = 21$.

Операции присваивания имеют следующие виды:

`=`, `+=`, `-=`, `*=` и т.д.

Иногда нужно сделать какое-либо одно арифметическое действие над одной переменной. Для этого используются сокращенные формы арифметических действий.

Например:

$S = S + 32$; в сокращенной форме это будет $S += 32$;

$F = F - k$; в сокращенной форме это будет $F -= k$;

$N = N / 2$; в сокращенной форме это будет $N /= 2$;

Операторы инкремента (++) и декремента (--) увеличивают или уменьшают значение операнда на единицу. Операнд может быть целого типа или типа с плавающей точкой, или типа указатель и должен быть модифицируемым. В языке имеется **префиксная** ($++t$, увеличивает операнд до его использования) и **постфиксная** формы ($t++$, увеличивает операнд после его использования) операторов инкремента и декремента.

Оператор умножения (*) выполняет умножение операндов:

```
int i = 5;
float f = 0.2;
double g;
g = f * i;
```

Тип результата умножения f на i преобразуется к типу `double`, затем результат присваивается переменной g .

Оператор деления (/) выполняет деление первого операнда на второй. Если две целые величины не делятся нацело, то результатом будет целая часть от деления (дробная часть отбрасывается):

```
int i = 49, j = 10, n, m;
n = i / j;           // результат  4
m = i / (-j);        // результат -4
```

Оператор остаток от деления (%) дает остаток от деления первого операнда на второй (только для целых операндов). **Знак результата совпадает со знаком делимого:**

```
int n = 49, m = 10, i, j, k, l;
i = n % m;           // результат  9
j = n % (-m);         // результат  9
k = (-n) % m;         // результат -9
l = (-n) % (-m);      // результат -9
```

Логическое выражение – это способ записи на языке программирования условий для поиска необходимых данных. Логическое выражение может принимать значения **true** (истина) или **false** (ложь). Логические выражения бывают простые и сложные. Простое выражение – это два арифметических выражения, соединённых символом отношения, а сложное – это простые логические выражения, соединённые логическими операциями **!** (логическое отрицание НЕ), **&&** (логическое И) или **||** (логическое ИЛИ). Приоритет выполнения логических операций такой:

1) **!**, 2) **&&**, 3) **||**.

В табл. 1.2 приведены определения логических операций.

Таблица 1.2

Логические операции

Выражение	Значение	Выражение	Значение
! true	false	! false	true
true && true	true	true true	true
true && false	false	false true	true
false && true	false	true false	true
false && false	false	false false	false

Пример. Пусть $x=3$, $y=-9$. рассмотрим некоторые логические выражения и их значения.

Простые выражения	Значения	Сложные выражения	Значения
$x = 3$	true	! ($y < -50$)	true
$x > y$	true	$(1 < x) \ \&\& \ (x < 5)$	true
$7 \% 3 = 1$	true	$(x > 4) \ \ (y < -15)$	false
$y - 2 = 4$	false	$(x > 4) \ \ (y > -15)$	true

Двойное неравенство $1 < x < 5$ как сложное логическое выражение записывают так: $(1 < x) \ \&\& \ (x < 5)$. Совокупность неравенств вида $x < 1$; $x > 5$ так: $(x < 1) \ || \ (x > 5)$. Простые логические выражения, из которых состоят сложные в круглые скобки можно не брать.

Математические библиотечные функции, основные из которых перечислены в табл.1, дают возможность выполнять определенные типовые математические вычисления. Как правило, функции из математической библиотеки возвращают как результат числа с плавающей точкой типа *double*.

При использовании функций математической библиотеки в программу нужно включить соответствующий заголовочный файл с помощью директивы препроцессора:

#include <math.h>

Таблица 1.3

Часто используемые математические функции

Прототип функции	Вычисление	Примеры вычислений
double sqrt(double);	Корень квадратный	sqrt(900.0) = 30.0 sqrt(9.0) = 3.0
double exp(double);	Экспоненциальная функция e^x	exp(1.0) = 2.718282 exp(2.0) = 7.389056
double log(double);	Логарифм натуральный (по основанию e)	log(2.718282) = 1.0 log(7.389056) = 2.0
double log10(double);	Логарифм десятичный (по основанию 10)	log10(1.0) = 0.0 log10(10.0) = 1.0 log10(100.0) = 2.0
double fabs(double);	Абсолютное значение	если $x > 0$, то fabs(x) = x если $x = 0$, то fabs(x) = 0.0 если $x < 0$, то fabs(x) = -x
double ceil(double);	Округление аргумента до наименьшего целого, не меньшего чем аргумент	ceil(9.2) = 10.0 ceil(-9.8) = -9.0
double floor(double);	Округление аргумента до наибольшего целого, не большего чем аргумент	floor(9.2) = 9.0 floor(-9.8) = -10.0
double pow(double x, double y);	x в степени y	pow(2, 7) = 128.0 pow(9, 0.5) = 3.0
fmod(double x, double y);	Остаток от x/y, как число с плавающей точкой	fmod(13.657, 2.333) = 1.992
double sin(double x);	Синус (x в радианах)	sin(0.0) = 0.0
double cos(double x);	Косинус (x в радианах)	cos(0.0) = 1.0
double tan(double x);	Тангенс (x в радианах)	tan(0.0) = 0.0

Вызов функций:

```
cout << "Модуль -10: " << abs(-10) << " Модуль -10.0: " << fabs(-10.0) << "\n";
cout << "sin(90): " << sin(3.14/2) << "\n";
```

Остальные математические функции можно выразить через основные, например, $\log_b a = \ln(a) / \ln(b)$.

Операторы ввода (>>) и вывода (<<) не являются встроенными для языка C++, а обеспечиваются стандартной библиотекой с помощью потоков ввода – вывода. При запуске программы на выполнение автоматически открываются три стандартных потока языка C++:

cin – стандартный поток ввода (с клавиатуры);
cout – стандартный поток вывода (на дисплей);

cerr – стандартный поток для выдачи сообщений (на дисплей). Вместо потока **cout** для вывода сообщений об ошибках может использоваться поток **cerr**.

При выводе отдельных символов каждый символ должен заключаться в **одиночные кавычки** в отличие от вывода строк символов, когда **выводимая строка** заключается в **двойные кавычки**.

Для выполнения операторов потокового ввода – вывода в программу должна быть включена инструкция препроцессора:

#include <iostream>

$$y = \frac{\sqrt[3]{|a-x^2|} \ln(2+a^2+x^4)}{2}$$

Задача 1.1. Вычислить :

Схема алгоритма решения задачи приведена на рис. 1.1.

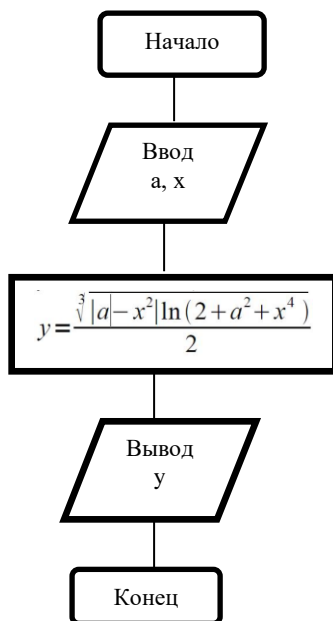


Рис. 1.1. Схема алгоритма решения задачи 1.1

Исходными данными для решения являются значения – *a*, *x*. В программе используются переменная *y* для хранения результата вычисления формулы.

Программа имеет вид:

```
#include "stdafx.h"
#include <iostream>
#include <windows.h>
#include <math.h>
#include <conio.h> // файл, где определена функция getch()
using namespace std;
int main()
{
    SetConsoleOutputCP(1251);
    double x, a, y;
    cout<<"Введите x, a: \n";
    cin>>x>>a;
    //вычисление формулы
```

```

y=pow(fabs(a-x*x)*log(2+a*a+pow(x,4)),1/3.0)/2;
//вывод значения y
cout<<"\ny="<<y;
getch(); //ждать нажатия любой клавиши
return 0;
}

```

1.3 Варианты заданий

Вычислить значения переменных, указанных в таблице 1.1, по заданным расчетным формулам и наборам исходных данных. На печать вывести значения вводимых исходных данных и результат вычислений, сопровождая вывод наименования выводимых переменных.

Таблица 1.1 – Варианты заданий

№ вар	Исходные данные	Расчетные формулы
1	$a1=2,115$ $a2=-0,05$ $l=12$ $z=22,142$ $g=20,615$	$x = \frac{(\sin a1^2 - \sin^2 a2)^{l-10}}{(\ln g - \ln z)tg a1}$
2	$x=1,225$ $h=2,4$ $f=-3,812$ $z=1,2$	$y = \frac{e^{3(x+1)} - e^{-3(x+1)}}{h + z \cdot f}$
3	$a=2,218$ $b=1,156$ $c=-10,5$	$z = (\sqrt{a} + b + \sin a^2) \cos^2 b + \frac{c}{\sin a + b^3}$
4	$a=1,086$ $b=1,159$ $z=20,185$ $g=3,149$	$x = \sin a^2 + \cos^2 b + \sqrt{z^2 + g^2}$
5	$A=2,218$ $z=-14,86$ $g=2,314$ $b=-1,156$ $y=1,2184$	$d = e^{\frac{a+b}{a-b}} \arctg\left(\sqrt{\frac{y+z^2}{g+y^2}}\right)$
6	$x=6,25$ $y=-3,111$ $a=2$ $z=71,2$	$u = \frac{1 + \sin^2(x+y)}{a + \left z - \frac{ax}{1 + \sin(x+y) } \right }$
7	$x=-7,91$ $y=0,451$ $z=5,315$ $r=4$	$v = \sin\left (y - \sqrt{ x })\left(x - \frac{y}{z^2 + \frac{x^2}{r}}\right)\right $

№ вар	Исходные данные	Расчетные формулы
8	$m_1=3,177$ $m_2=8,392$ $v=-6,613$ $f=0,599$	$m = \frac{-f(m_1+m_2)}{(1-m_1^2v^2)(1+m_2^2v^2)} - \frac{m_1m_2v^2}{m_1+\frac{m_2}{m_1}}$
9	$x=2,048$ $b=-1,3484$ $z=0,25$	$y = \arctg(\sin^2 b + \cos(x - \pi)) + bz$
10	$a=7,53$ $d=0,693$ $k=2$ $f=4$ $s=3$ $t=5$	$l = d + k\left(\frac{a}{f+a} + \frac{a^3}{s(f+a)^3} + \frac{a^5}{t(f+a)^5}\right)$
11	$x=3,021$ $z=12,018$ $a=25$ $k=3$	$y = \frac{e^{\sin kx} + \ln(\arctgz)}{\sin a}$
12	$a=-12,343$ $p=2,814$ $b=-14,6$ $x=-0,142$	$c = \left \frac{x}{a} - \frac{1}{ap} \ln(a + be^{px}) \right $
13	$x=4,084$ $n_1=1$ $n_2=2$ $n_3=3$	$y = \frac{(x+n_1)^3 \sqrt{x-n_2}}{(x-n_3)^2} + \frac{n_1 - e^x}{n_1 + e^x}$
14	$a=5,196$ $b=1,732$ $x=0,358$ $y=18,312$ $k=2$	$z = \frac{\sqrt{a+b}}{k(a-b)} \sin x + x \ln y$
15	$x=-8,246$ $y=-35,67$ $z=-1,53$ $h=4$	$a = \ln \left (y - \sqrt{ x }) \left(x - \frac{y}{z + \frac{x^2}{h}} \right) \right $
16	$a=0,992$ $b=0,241$ $c=95$	$d = \frac{\sqrt{c}}{\sin a + b \cos b} - e^{a-b}$
17	$a=0,035$ $b=-6,013$ $d=1,297$ $z=17$	$p = z - \left(\frac{a}{a-b} + da^2 \right) \cos^3 a$
18	$p=0,254$ $\cdot 10^3$ $x=3,418$ $z=65$ $a=3$ $b=2$	$y = p + \ln z - \sqrt{\cos\left(\frac{\pi}{b} - \frac{x}{a}\right)}$

№ вар	Исходные данные	Расчетные формулы
19	$a=0,69$ $c=3$ $d=1$ $h=1,71$	$b = d - \sqrt{\frac{c}{c + \cos ah^2 - \sin ah }}$
20	$x=1,7$ $a=0,5$ $b=1,08$	$s = e^{-ax} \sqrt{x+1} + e^{-bx} \sqrt{x+1,5}$
21	$a=0,5$ $b=2,9$ $x=0,3$	$f = e^{2x} \ln(a+x) - b^3 \ln(b-x)$
22	$a=0,3$ $b=0,9$ $x=0,61$	$r = \sqrt{x^2 + b} - b^2 \sin^3 \frac{x+a}{x}$
23	$a=1$ $b=2$ $z=1,159$	$y = \sqrt{a} - \cos \frac{\arctg(z)}{b}$
24	$a=0,5$ $b=3,1$ $x=1,4$	$z = \sqrt{ax \sin 2x + e^{-2x} (x+b)}$
25	$x=-2,485$ $y=5$ $z=3,5$ $c=3$	$a = \frac{c + e^{y-1}}{1 + x^2 y - \tg z }$
26	$x=1,426$ $y=-1,22$ $z=3,5$	$b = \frac{2 \cos(x - \frac{\pi}{6})}{\frac{1}{2} + \sin^2 y}$
27	$a=-0,5$ $b=1,7$ $t=0,44$	$y = e^{-bt} \sin(at+b) - \sqrt{ bt+a }$
28	$x=1,825$ $y=18,225$ $z=-3,298$	$\varphi = (y-x) \frac{y - \frac{z}{y-x}}{1 + (y-x^2)}$
29	$a=10,2$ $b=9,2$ $x=2,2$ $c=0,5$	$z = e^{-cx} \frac{x + \sqrt{x+a}}{x - \sqrt{ x-b }}$
30	$a=0,5$ $b=1,8$ $x=0,32$	$u = \frac{a^2 x + e^{-x} \cos bx}{bx - e^{-x} \sin bx + 1}$
31	$m=0,8$ $c=2,3$ $x=1,5$	$z = \frac{\sin x}{\sqrt{1+m^2 \sin^2 x}} - cm \ln mx$
32	$a=0,7$ $b=0,05$ $x=0,5$	$r = x^2 \frac{x+1}{b} - \sin^2(x+a)$
33	$a=2,1$ $x=5$ $y=-3,12$	$g = \frac{1}{\sqrt{x}} e^{x^2} - \arctgy + \frac{1}{a^3} \ln z$

№ вар	Исходные данные	Расчетные формулы
	$z=1,123$	
34	$a=0,3$ $b=0,9$ $x=0,61$	$y = \cos^2 x^3 - \frac{x}{\sqrt{a^2 + b^2}}$
35	$a=16,5$ $b=3,4$ $x=0,61$	$s = x^3 \operatorname{tg}^2(a + b)^2 + \frac{a}{\sqrt{x + b}}$
36	$a=1,5$ $b=15,5$ $x=0,6$	$y = \frac{a^{2x} + b^{-x} \cos(a + b)x}{x + 1}$
37	$a=3,2$ $b=17,5$ $x=-4,8$	$y = b \operatorname{tg}^2 x - \frac{a}{\sin^2 \frac{x}{a}}$
38	$a=0,59$ $z=-4,8$ $x=2,1$	$b = a \operatorname{tg}^3 x^2 + \sqrt{\frac{z^2}{a^2 + x^2}}$
39	$a=1,1$ $b=0,004$ $x=0,2$	$z = \sin^3(x^2 + a)^2 - \sqrt{\frac{x}{b}}$
40	$a=0,7$ $b=0,05$ $x=0,5$	$s = \sqrt{\frac{xb}{a}} + \cos^2(x + b)^3$

1.4 Контрольные вопросы

1. Какова структура программы на языке C++?
2. Что является точкой входа в программу?
3. Какие стандартные типы данных вам известны?
4. Каковы правила записи арифметических выражений?
5. Укажите порядок выполнения действий в арифметическом выражении.
6. Какие существуют виды операций присваивания?
7. Для чего предназначены операторы ввода и вывода?
8. Какая инструкция препроцессора должна быть включена в программу для выполнения операторов потокового ввода – вывода?
9. Что такое идентификатор, как он формируется?
10. Поясните форму объявления констант и переменных.
11. Можно ли менять значения констант?