

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

ПРОГРАММИРОВАНИЕ ЛИНЕЙНЫХ АЛГОРИТМОВ

Цель работы: изучить правила составления программ на языке Си: арифметические операции, операцию присваивания, основные математические функции. Научиться программировать линейные алгоритмы.

Краткие теоретические сведения

Арифметические операции

К арифметическим операциям относятся: сложение (+), вычитание (-), деление (/), умножение (*) и остаток (%).

Все операции (за исключением остатка) определены для переменных типа `int`, `char`, `float`. Остаток не определен для переменных типа `float`.

Особенность выполнения операции деления: если делимое и делитель – целые числа, то и результат – целое число, т.е. результатом является целая часть от деления (дробная часть отбрасывается). Например, при вычислении $2/5$ получится 0, а при вычислении $2./5$ получится 0.400000.

Операция присваивания

Операция присваивания выполняется справа налево. Операция присваивания имеет две формы записи: полную и короткую. В одном операторе операция присваивания может встречаться несколько раз.

Полная форма записи: переменная = выражение;

Примеры присваивания полной формы:

```
int x; x = 25;
```

```
double y;
```

```
y = (x+2) / (3.5*x) - 5;
```

```
int x, y, z;
```

```
x = y = z = 4;
```

```
int x, y, z;  
x = (y = 5) - (z = 3);
```

К *сокращенной форме записи* операции присваивания относятся $+=$, $-=$, $*=$, $/=$ и $\%=$, а также префиксные и постфиксные операции $++$ и $--$. Все операции присваивания присваивают переменной результат вычисления выражения. Если тип левой части присваивания отличается от типа правой части, то тип правой части приводится к типу левой.

Примеры присваивания сокращенной формы:

```
a += b;   означает a = a + b;  
a -= b;   означает a = a - b;  
a *= b;   означает a = a * b;  
a /= b;   означает a = a / b;  
a %=b;    означает a = a % b;  
a /= b+4; означает a = a / (b+4);
```

Префиксные и постфиксные операции $++$ и $--$ используют для увеличения (*инкремент*) и уменьшения (*декремент*) на единицу значения переменной.

Семантика указанных операций следующая:

$++a$ увеличивает значение переменной a на единицу до использования этой переменной в выражении.

$a++$ увеличивает значение переменной a на единицу после использования этой переменной в выражении.

$--a$ уменьшает значение переменной a на единицу до использования этой переменной в выражении.

$a--$ уменьшает значение переменной a на единицу после использования этой переменной в выражении.

Пример:

```
/* Арифметические операции и операции присваивания */  
#include<stdio.h>  
#include<conio.h>  
void main( )  
{  
    int x, y, z, v, w;
```

```

x=y=5; z=6;
clrscr();
printf("x=%d\t y=%d\t x+y=%d\t x*y=%d\n",x, y, x+y, x*y);
printf("x=%d\t z=%d\t x/z=%d\t x %% z= %d\n", x, z ,x/z ,x%z);
x=++y; z= --y; v=y++; w=y--;
printf("++y=%d\t --y=%d\t y++=%d\t y --= %d\n", x ,z, v, w);
getch();
}

```

Операция вычисления размера (sizeof)

Операцию ***sizeof (размер)*** можно применить к константе, типу или переменной. В результате будет получено число байтов, занимаемых операндом.

Пример:

```

printf ( "\n Размер памяти под целое = %d", sizeof ( int) );
printf ( "\n Размер памяти под символ = %d", sizeof( char) );

```

Преобразование типов

Приведение типов - это изменение (преобразование) типа объекта. Для выполнения преобразования необходимо перед объектом записать в скобках нужный тип:

(имя-типа) операнд

Приведение типов используется для преобразования объектов одного скалярного типа в другой скалярный тип. Однако выражению с приведением типа не может быть присвоено другое значение.

Пример:

```

int i;
double x;
x = (double)i+2.0;

```

В этом примере целая переменная *i* с помощью операции приведения типов приводится к плавающему типу, а затем уже участвует в вычислении выражения.

Математические функции (заголовочный файл math.h)

Обраще- ние	Тип аргумента	Тип результата	Функция
abs(x)	int	int	Модуль целого числа $ x $
acos(x)	double	double	arccos x (радианы)
asin(x)	double	double	arcsin x (радианы)
atan(x)	double	double	arctg x (радианы)
ceil(x)	double	double	Ближайшее целое, не меньшее x
cos(x)	double	double	cos x (радианы)
cosh(x)	double	double	Гиперболический косинус – ch x
exp(x)	double	double	Экспонента от x – e^x
fabs(x)	double	double	Модуль вещественного числа $ x $
floor(x)	double	double	Наибольшее целое, не превышающее x
fmod(x,y)	double	double	Остаток от деления нацело x на y
log(x)	double	double	Натуральный логарифм – $\ln x$
log10(x)	double	double	Десятичный логарифм – $\lg x$
M_PI	double	double	Константа $\pi = 3.1415...$
pow(x,y)	double	double	x в степени y – x^y
sin(x)	double	double	sin x (радианы)
sinh(x)	double	double	Гиперболический синус – sh x
sqrt(x)	double	double	Квадратный корень положительное значение)
tan(x)	double	double	tg x (радианы)
tanh(x)	double	double	Гиперболический тангенс – th x

Аргументы тригонометрических функций задаются в радианах ($\pi = 180^\circ$). Для того, чтобы посчитать 30° , в функцию необходимо передать следующее значение: $30 * M_PI / 180$.

Побитовые операции

Операции “<<” и “>>” над битовым представлением в выражении $m \ll n$ или $m \gg n$ позволяют сдвигать битовую шкалу в представлении m на $n > 0$ позиции влево или вправо. Если сдвигаемая величина положительная, то при сдвиге вправо освобождающиеся позиции заполняются нулями, для отрицательных величин - единицами. При сдвиге влево освобождающиеся справа позиции заполняются нулями.

Операция “~” означает дополнение до 1. В битовом представлении $\sim a$ разряд содержит единицу, если соответствующий разряд a содержит 0 и наоборот.

Операция “&” - поразрядное “и”. В результате операции $b \& a$ единица стоит в разряде, где оба операнда содержат 1, в противном случае разряд содержит 0.

Операция “|” - это поразрядное “или”. В результате $b | a$ стоит 0 там, где разряды a и b равны нулю и 1 в противном случае.

Операция “^” - это поразрядное исключающее “или”. В результате $b \wedge a$ стоит 0 там, где a и b имеют одинаковые биты и 1 в противном случае.

Пример:

```
/* побитовые операции */
#include<stdio.h>
#include<conio.h>
void main( )
{
    int a,b,c,d;
    clrscr();
    printf("Введите 4 числа: \n");
    scanf("%d %d %d %d",&a,&b,&c,&d);
    printf("~%d=%d\n",a,~a);
    printf("%d & %d=%d\n",a,b,a&b);
    printf("%d | %d=%d\n",c,d,c|d);
    printf("%d ^ %d=%d\n",a,d,a^d);
    printf("%d >> %d=%d\n",b,d,b>>d);
    printf("%d << %d=%d\n",c,a,c<<a);
    getch();
}
```

```
}
```

Операция следования (запятая)

Формат операции запятая:

выражение 1, выражение 2

Сначала вычисляется выражение 1, затем выражение 2, а результатом является выражение 2. Вычисление выражения 1 может повлиять на выражение 2.

Пример:

```
void main( )    /* операция запятая */
{
    int k,i,j;
    k=(i=5,j=i+3);
    printf("k=%d\n",k);
}
```

Примеры решений

1. Ввести сторону квадрата а. Найти периметр и площадь квадрата.

```
// Подключение заголовочных файлов
#include<stdio.h>
#include<conio.h>
void main()
{
    // определение переменных
    double a, p, s;
    // очистка экрана
    clrscr();
    // ввод данных с подсказкой
    printf("→ a= ");
    scanf("%lf", &a);
    // вычисления
    p = 4 * a;
    s = a * a;
    // вывод результатов
```

```

printf("p = 4 * %.2lf = %.2lf\n", a, p);
printf("s = %.2lf * %.2lf = %.2lf\n", a, a, s);
/* задержка результатов на экране до нажатия любой
   клавиши */
getch();
}

```

2. Ввести трехзначное целое число. В нем зачеркнули первую слева цифру и приписали ее справа. Вывести полученное число.

```

// Подключение заголовочных файлов
#include<stdio.h>
#include<conio.h>
void main()
{
    // определение переменных
    int n1, n;
    // очистка экрана
    clrscr();
    // ввод данных с подсказкой
    printf("--> n= ");
    scanf("%d ", &n);
    // получение нового числа
    n1 = (n % 100) * 10 + (n / 100);
    // вывод результата
    printf("n1 = %d \n", n1);
    /* задержка результатов на экране до нажатия любой
       клавиши */
    getch();
}

```

3. Ввести значения переменных и вычислить выражение

$$z_1 = \frac{\sqrt{2b + 2\sqrt{b^2 - 4}}}{\sqrt{b^2 - 4} + b + 2}$$

```

#include<stdio.h>

```

```

#include<conio.h>
#include<math.h>
void main()
{
    double rez, z1, z2, b;
    clrscr();
    printf("Введите число, не равное – 2: ");
    scanf("%lf", &b);

    z1 = sqrt( pow(b,2) – 4);    //  $\sqrt{b^2 - 4}$ 
    z2 = sqrt( 2 * b +2 *z1);    // числитель
    rez = z2 / (z1 + b + 2);

    printf("\n result = %lf\n", rez);
    printf("\n Press any key... \n ");
    getch();
}

```

Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретические сведения.
2. Ответить на контрольные вопросы.
3. Выполнить задание.

Контрольные вопросы

1. Какие группы операций существуют в языке C? Какие арифметические операции и операции присваивания вы знаете в языке C?
2. Можно ли в процессе выполнения программы изменять значения констант?
3. Какой заголовочный файл требуется подключить при использовании математических функций?
4. Что является результатом операции деления двух целых чисел?

Задания для выполнения

Первый уровень сложности

Составить программу для расчета двух значений $z1$ и $z2$, результаты которых должны совпадать. Ввод исходных данных

можно задавать при декларации или вводить с клавиатуры.
Игнорировать возможность деления на ноль.

$$1. \quad z_1 = 2 \sin^2 (3\pi - 2\alpha) \cos^2 (5\pi + 2\alpha), \quad z_2 = \frac{1}{4} - \frac{1}{4} \sin \left(\frac{5}{2} \pi - 8\alpha \right)$$

2.

$$z_1 = \cos \alpha + \sin \alpha + \cos 3\alpha + \sin 3\alpha, \quad z_2 = 2\sqrt{2} \cos \alpha \cdot \sin \left(\frac{\pi}{4} + 2\alpha \right)$$

3.

$$z_1 = \frac{\sin 2\alpha + \sin 5\alpha - \sin 3\alpha}{\cos \alpha + 1 - 2 \sin^2 2\alpha}, \quad z_2 = 2 \sin \alpha$$

4.

$$z_1 = \cos^2 \left(\frac{3}{8} \pi - \frac{\beta}{4} \right) - \cos^2 \left(\frac{11}{8} \pi + \frac{\beta}{4} \right), \quad z_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} \sin \frac{\beta}{2}$$

5.

$$z_1 = 1 - \frac{1}{4} \sin^2 2\alpha + \cos 2\alpha, \quad z_2 = \cos^2 \alpha + \cos^4 \alpha$$

6.

$$z_1 = \cos \alpha + \cos 2\alpha + \cos 6\alpha + \cos 7\alpha, \quad z_2 = 4 \cos \frac{\alpha}{2} \cdot \cos \frac{5}{2} \alpha \cdot \cos 4\alpha$$

7.

$$z_1 = \cos^2 \left(\frac{3}{8} \pi - \frac{\alpha}{4} \right) - \cos^2 \left(\frac{11}{8} \pi + \frac{\alpha}{4} \right), \quad z_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} \sin \frac{\alpha}{2}$$

8.

$$z_1 = \cos^4 x + \sin^2 y + \frac{1}{4} \sin^2 2x - 1, \quad z_2 = \sin(y + x) \cdot \sin(y - x)$$

9.

$$z_1 = (\cos \alpha - \cos \beta)^2 - (\sin \alpha - \sin \beta)^2, \quad z_2 = -4 \sin^2 \frac{\alpha - \beta}{2} \cdot \cos(\alpha + \beta)$$

10.

$$z_1 = \frac{\sin\left(\frac{\pi}{2} + 3\alpha\right)}{1 - \sin(3\alpha - \pi)}, \quad z_2 = \operatorname{ctg}\left(\frac{5}{4}\pi + \frac{3}{2}\alpha\right)$$

11.

$$z_1 = \frac{1 - 2 \sin^2 \alpha}{1 + \sin 2\alpha}, \quad z_2 = \frac{1 - \operatorname{tg} \alpha}{1 + \operatorname{tg} \alpha}$$

12.

$$z_1 = \frac{\sin 4\alpha}{1 + \cos 4\alpha} \cdot \frac{\cos 2\alpha}{1 + \cos 2\alpha}, \quad z_2 = \operatorname{ctg}\left(\frac{3}{2}\pi - \alpha\right)$$

13.

$$z_1 = \frac{\sin \alpha + \cos(2\beta - \alpha)}{\cos \alpha - \sin(2\beta - \alpha)}, \quad z_2 = \frac{1 + \sin 2\beta}{\cos 2\beta}$$

14.

$$z_1 = \frac{(m-1)\sqrt{m} - (n-1)\sqrt{n}}{\sqrt{m^3n + nm + m^2 - m}}, \quad z_2 = \frac{\sqrt{m} - \sqrt{n}}{m}$$

15.

$$z_1 = \frac{x^2 + 2x - 3 + (x+1)\sqrt{x^2 - 9}}{x^2 + 2x - 3 + (x-1)\sqrt{x^2 - 9}}, \quad z_2 = \sqrt{\frac{x+3}{x-3}}$$

Второй уровень сложности

Составить программу для расчета заданных выражений. Вводить исходные данные с клавиатуры. Обязательно проверять исключительные ситуации.

1. При $x = 14.26$, $y = -1.22$, $z = 3.5 \times 10^{-2}$, результат $t = 0.564849$.

$$t = \frac{2 \cos \left(x - \frac{\pi}{6} \right)}{0.5 + \sin^2 y} \left(1 + \frac{z^2}{3 - z^2 / 5} \right)$$

2. При $x = -4.5$, $y = 0.75 \times 10^{-4}$, $z = 0.845 \times 10^2$, результат $u = -55.6848$.

$$u = \frac{\sqrt[3]{8 + |x - y|^2 + 1}}{x^2 + y^2 + 2} - e^{|x-y|} (tg^2 z + 1)^x$$

3. При $x = 3.74 \times 10^{-2}$, $y = -0.825$, $z = 0.16 \times 10^2$, результат $v = 1.0553$.

$$v = \frac{1 + \sin^2(x + y)}{\left| x - \frac{2y}{1 + x^2 y^2} \right|} x^{|y|} + \cos^2 \left(\arctg \frac{1}{z} \right)$$

4. При $x = 0.4 \times 10^4$, $y = -0.875$, $z = -0.475 \times 10^{-3}$, результат $w = 1.9873$.

$$w = |\cos x - \cos y|^{(1+2 \sin^2 y)} \left(1 + z + \frac{z^2}{2} + \frac{z^3}{3} + \frac{z^4}{4} \right)$$

5. При $x = -15.246$, $y = 4.642 \times 10^{-2}$, $z = 20.001 \times 10^2$, результат $\alpha = -182.036$.

$$\alpha = \ln \left(y^{-\sqrt{|x|}} \right) \left(x - \frac{y}{2} \right) + \sin^2 \arctg(z).$$

6. При $x = 16.55 \times 10^{-3}$, $y = -2.75$, $z = 0.15$, результат $\beta = -38.902$.

$$\beta = \sqrt{10(\sqrt[3]{x} + x^{y+2})} \cdot (\arcsin^2 z - |x - y|)$$

7. При $x = 0.1722$, $y = 6.33$, $z = 3.25 \times 10^{-4}$, результат $\gamma = -172.025$.

$$\gamma = 5 \arctg(x) - \frac{1}{4} \arccos(x) \frac{x + 3|x - y| + x^2}{|x - y|z + x^2}.$$

8. При $x = -2.235 \times 10^{-2}$, $y = 2.23$, $z = 15.221$, результат $\varphi = 39.374$.

$$\varphi = \frac{e^{|x-y|} |x-y|^{x+y}}{\arctg(x) + \arctg(z)} + \sqrt[3]{x^6 + \ln^2 y}.$$

9. При $x = 1.825 \times 10^2$, $y = 18.225$, $z = -3.298 \times 10^{-2}$, результат $\psi = 1.2131$.

$$\psi = \left| x^{\frac{y}{x}} - \sqrt[3]{\frac{y}{x}} \right| + (y - x) \frac{\cos y - \frac{z}{(y-x)}}{1 + (y-x)^2}.$$

10. При $x = 3.981 \times 10^{-2}$, $y = -1.625 \times 10^3$, $z = 0.512$, результат $a = 1.26185$.

$$a = 2^{-x} \sqrt{x + \sqrt[4]{|y|}} \sqrt[3]{e^{x-1/\sin z}}.$$

11. При $x = 6.251$, $y = 0.827$, $z = 25.001$, результат $b = 0.7121$.

$$b = y^{\sqrt[3]{|x|}} + \cos^3(y) \frac{|x-y| \cdot \left(1 + \frac{\sin^2 z}{\sqrt{x+y}} \right)}{e^{|x-y|} + \frac{x}{2}}.$$

12. При $x = 3.251$, $y = 0.325$, $z = 0.466 \times 10^{-4}$, результат $c = 4.025$.

$$c = 2^{(y^x)} + (3^x)^y - \frac{y \cdot \left(\operatorname{arctg} z - \frac{\pi}{6} \right)}{|x| + \frac{1}{y^2 + 1}}.$$

13. При $x = 17.421$, $y = 10.365 \times 10^{-3}$, $z = 0.828 \times 10^5$, результат $f = 0.33056$.

$$f = \frac{\sqrt[4]{y + \sqrt[3]{x - 1}}}{|x - y|(\sin^2 z + \operatorname{tg} z)}$$

14. При $x = 12.3 \times 10^{-1}$, $y = 15.4$, $z = 0.252 \times 10^3$, результат $g = 82.8257$.

$$g = \frac{y^{x+1}}{\sqrt[3]{|y - 2|} + 3} + \frac{x + \frac{y}{2}}{2|x + y|} (x + 1)^{-1/\sin z}$$

15. При $x = 2.444$, $y = 0.869 \times 10^{-2}$, $z = -0.13 \times 10^3$, результат $h = -0.49871$.

$$h = \frac{x^{y+1} + e^{y-1}}{1 + x|y - \operatorname{tg} z|} (1 + |y - x|) + \frac{|y - x|^2}{2} - \frac{|y - x|^3}{3}$$