ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА
ПРОГРАММИРОВАНИЕ ЦИКЛИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

3.1. Оператор цикла for

Общий вид оператора:

```
for (инициализирующее выражение; условие; инкрементирующее выражение)
{
    тело цикла
}
```

Инициализирующее выражение выполняется только один раз в начале выполнения цикла и, как правило, инициализирует счетчик цикла.

Условие содержит операцию отношения, которая выполняется в начале каждого цикла. Если условие равно 1 (true), то цикл повторяется, иначе выполняется следующий за телом цикла оператор.

Инкрементирующее выражение, как правило, предназначено для изменения значения счетчика цикла. Модификация счетчика происходит после каждого выполнения тела цикла.

3.2. Оператор цикла while

Оператор цикла с предусловием. Общий вид оператора:

```
while (условие)
{
    тело цикла
}
```

Организует повторение операторов *тела цикла* до тех пор, пока *условие* истинно.

3.3. Оператор цикла do

Оператор цикла с постусловием. Общий вид оператора:

```
do
{
    тело цикла
} while (условие);
```

Организует повторение операторов *тела цикла* до тех пор, пока *условие* истинно.

3.4. Отладка программы

Для поиска логических ошибок используется встроенный отладчик.

Для пошагового выполнения программы необходимо нажимать клавишу **F10**. При каждом нажатии выполняется текущая строка. Если необходимо пошагово проверить текст вызываемой функции, то следует нажать **F11**. Для досрочного выхода из функции нажать **Shift+F11**. Если необходимо начать отладку с определенного места программы, то надо установить курсор в соответствующую строку программы и нажать **Ctrl+F10**.

Другим способом отладки является установка *точек прерывания* программы. Для этого надо поместить курсор в нужную строку и нажать **F9**. Точка прерывания обозначается красным кружком на специальном поле, расположенном слева от окна текста программы. Для удаления точки прерывания следует в необходимой строке повторно нажать **F9.** Количество точек прерывания в программе может быть любым.

Для выполнения программы до точки прерывания необходимо нажать **F5**. Для продолжения отладки нажимается клавиша **F5** (для выполнения программы до следующей точки прерывания) или используются клавиши для пошаговой отладки.

Желтая стрелка на поле слева от окна текста программы указывает на строку, которая будет выполнена на следующем шаге отладки.

Для контроля за значениями переменных удобно использовать следующий способ: подвести указатель мыши к интересующей переменной и задержать его на несколько секунд. На экране рядом с именем переменной появится окно, содержащее текущее значение этой переменной. Кроме этого, значения переменных будут отображаться в окнах, расположенных снизу. В левом нижнем окне отображаются значения последних использованных программой переменных. В правом нижнем окне (Watch) можно задать имена переменных, значения которых необходимо контролировать.

3.5. Пример выполнения работы

Условие 1. Вычислить простое рекуррентное выражение $\sum_{k=0}^{100} -1^k \frac{x^k}{k!}$.

Перед написанием алгоритма следует получить рекуррентную формулу. Для этого рассматриваются значения слагаемых при различных k: при $k=1$ $a_1 = -1\frac{x}{1}$; при $k=2$ $a_2 = 1\frac{x \cdot x}{1 \cdot 2}$; при $k=3$ $a_3 = -1\frac{x \cdot x \cdot x}{1 \cdot 2 \cdot 3}$ и т. д. Видно, что очередное слагаемое отличается от предыдущего на множитель $-\frac{x}{k}$. Исходя из этого формула рекуррентной последовательности имеет вид $a_k = -a_{k-1}\frac{x}{k}$. Полученная формула позволяет избавиться от многократного вычисления факториала и возведения в степень.

Текст программы:

```
...
s = 1;
a = 1;
for (int i = 1; i < 101; ++i)
{
    a *= -x / i;
    s += a;
}
```

Условие 2. Вывести на экран таблицу значений функции $Y(x) = 9^x$ и ее разложения в ряд $S(x) = 1 + \frac{\ln 9}{1}x + \ldots + \frac{(\ln 9)^n}{k!}x^n$, $n = 50$, на интервале [–3, 3], $h = 0.1$.

```
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include <cmath>

int main()
{
    using  namespace std;
    setlocale(LC_ALL, "Russian");
    float a = 0, b = 0, h = 0;
    int n = 0;
    cout << "Введите a: ";
    cin >> a;
    cout << "Введите b: ";
    cin >> b;
    cout << "Введите h: ";
    cin >> h;
    cout << "Введите n: ";
    cin >> n;

    cout << setw(15) << "x" << setw(15) << "y" << setw(15) << "S" << endl;
    float x = a, p = 0, s = 0;
    do
    {
        // Вычисление с через разложение в ряд.
        p = 1;
        s = 1;
        for (int i = 1; i <= n; ++i)
        {
            p *= (float)log(9) * x / i;
            s += p;
        }

        // Вычисление через формулу.
        float y = (float)pow(9, x);

        cout << setw(15) << x << setw(15) << y << setw(15) << s << endl;

        // Переход к следующему x.
        x += h;
    } while (x <= b + h / 2);

    cout << endl;

    return 0;
}
```

3.6. Индивидуальные задания

Вывести на экран таблицу значений функции $Y(x)$ и ее разложения в ряд $S(x)$ для x, изменяющегося от a до b с шагом $h = (b - a)/10$, табл. 3.1.

Таблица 3.1.

№	a	b	$S(x)$	n	$Y(x)$
1	2	3	4	5	6
1	0.1	1	$x - \frac{x^3}{3!} + \ldots + (-1)^n \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!}$	160	$\sin x$
2	0.1	1	$1 + \frac{x^2}{2!} + \ldots + \frac{x^{2n}}{(2n)!}$	100	$\frac{e^x + e^{-x}}{2}$

Окончание табл. 3.1.

1	2	3	4	5	6
3	0.1	1	$1+\frac{\cos\frac{\pi}{4}}{1!}x+\ldots+\frac{\cos n\frac{\pi}{4}}{n!}x^n$	120	$e^{x\cos\frac{\pi}{4}}\cos(x\sin\frac{\pi}{4})$
4	0.1	1	$1-\frac{x^2}{2!}+\ldots+(-1)^n\frac{x^{2n}}{(2n)!}$	80	$\cos x$
5	0.1	1	$1+3x^2+\ldots+\frac{2n+1}{n!}x^{2n}$	140	$(1+2x^2)e^{x^2}$
6	0.1	1	$x+\frac{x^3}{3!}+\ldots+\frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!}$	80	$\frac{e^x-e^{-x}}{2}$
7	0.1	1	$\frac{x^3}{3}-\frac{x^5}{15}+\ldots+(-1)^{n+1}\frac{x^{2n+1}}{4n^2-1}$	120	$\frac{1+x^2}{2}\mathrm{arctg}x-\frac{x}{2}$
8	0.1	1	$1+\frac{2x}{1!}+\ldots+\frac{(2x)^n}{n!}$	100	e^{2x}
9	0.1	1	$1+2\frac{x}{2}+\ldots+\frac{n^2+1}{n!}\left(\frac{x}{2}\right)^n$	140	$\left(\frac{x^2}{4}+\frac{x}{2}+1\right)e^{\frac{x}{2}}$
10	0.1	0.5	$x-\frac{x^3}{3}+\ldots+(-1)^n\frac{x^{2n+1}}{2n+1}$	150	$\mathrm{arctg}x$
11	0.1	1	$1-\frac{3}{2}x^2+..+(-1)^n\frac{2n^2+1}{(2n)!}x^{2n}$	100	$\left(1-\frac{x^2}{2}\right)\cos x-\frac{x}{2}\sin x$
12	0.1	1	$-\frac{(2x)^2}{2}+\frac{(2x)^4}{24}-\ldots+(-1)^n\frac{(2x)^{2n}}{(2n)!}$	80	$2(\cos^2 x-1)$
13	–2	–0.1	$-(1+x)^2+\frac{(1+x)^4}{2}+\ldots+(-1)^n\frac{(1+x)^{2n}}{n}$	160	$\ln\frac{1}{2+2x+x^2}$
14	0.2	0.8	$\frac{x}{3!}+\frac{4x^2}{5!}+\ldots+\frac{n^2}{(2n+1)!}x^n$	120	$\frac{1}{4}\left(\frac{x+1}{\sqrt{x}}\mathrm{sh}\sqrt{x}-\mathrm{ch}\sqrt{x}\right)$
15	0.1	0.8	$\frac{x^2}{2}-\frac{x^4}{12}+\ldots+(-1)^{n+1}\frac{x^{2n}}{2n(2n-1)}$	180	$x\cdot\mathrm{arctg}x-\ln\sqrt{1+x^2}$