

Оператори циклу

- **for**
- **while**
- **do while**

Оператори циклу

Оператори циклу використовують для здійснення багаторазового повторення деякої послідовності дій.

Кожен цикл складається з тіла циклу, тобто операторів, що виконуються декілька разів.

Один прохід циклу називається **ітерацією**.

У мові C/C++ існують три оператори циклу: **for, while, do while**.

Вони поділяються на дві групи:

- оператори циклу с передумовою: **for, while;**
- оператор циклу с післяумовою **do while**.

Зауваження: Оператори **for** і **while** C/C++ повністю взаємозамінні.

Рекомендується, якщо відома кількість ітерацій, то застосовувати **for**, наприклад, для проходження елементів масиву. У протилежному випадку застосовувати **while**. Наприклад, поки не кінець файлу, виконувати читання з нього.

Оператор for

Загальний синтаксис оператора циклу for

```
for ( [блок1] ; [блок2-умова]; [блок3-дія] )  
    оператор;
```

де - **блок1** — це створення чи оновлення змінних (зазвичай так званих лічильників) циклу, що зазвичай використовується для встановлення початкового значення (необов'язковий параметр);

- **блок2** — це вираз умови, що визначає, за якої умови цикл буде повторюватися (необов'язковий параметр);

- **блок3** — це вираз, який зазвичай (хоча не обов'язково) задає зміну лічильника циклу (необов'язковий параметр).

Алгоритм виконання оператору for:

- Одноразово виконується блок1, в якому створюються або оновлюються початковим значенням змінні-лічильники циклу. Тобто цей блок виконується тільки один раз перед першою ітерацією циклу.
- Виконується блок2. Тобто перевіряється умова чи являється вираз істинним. Умова істинна, якщо результат виразу не дорівнює нулю.
- Якщо блок2 істинний, то виконується оператор (тіло циклу) і блок3. Після чого знову виконується блок2. Це повторюється до тих пір, поки вираз блоку2 буде істинний.
- Якщо блок2 прийме значення «неправда» (вираз-умова дорівнює нулю), тоді буде реалізований вихід із циклу.
- Оскільки перевірка умови виконується перед циклом, то цикл може не виконатися жодного разу, якщо умова відразу буде помилковою.

Оператор for

рекомендований синтаксис

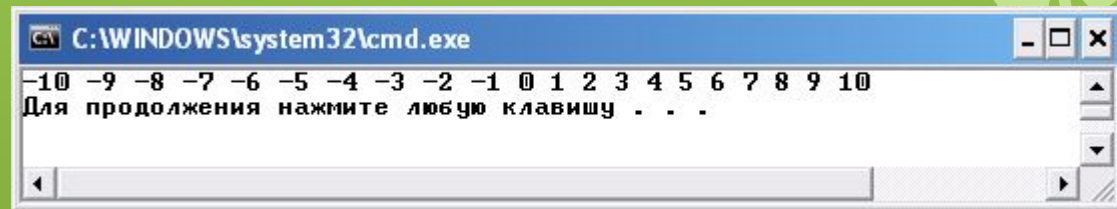
```
for ( [ініціалізація] ; [вираз-умова]; [вираз-дія] )  
{  
    деякий код/оператори;  
}
```

- де – ініціалізація – створення змінних циклу;
– вираз-умова – логічний вираз, який задає умову виконання тіла циклу;
– зміна лічильника циклу.

Приклад 1

Вивести усі цілі числа від -10 до 10.

```
#include <iostream>
#include <stdlib.h>
using namespace std;
int main()
{
    for (int i=-10; i<=10; ++i)
    {
        cout<<i<<" ";
    }
    cout<<endl;
    system("pause");
    return 0;
}
```

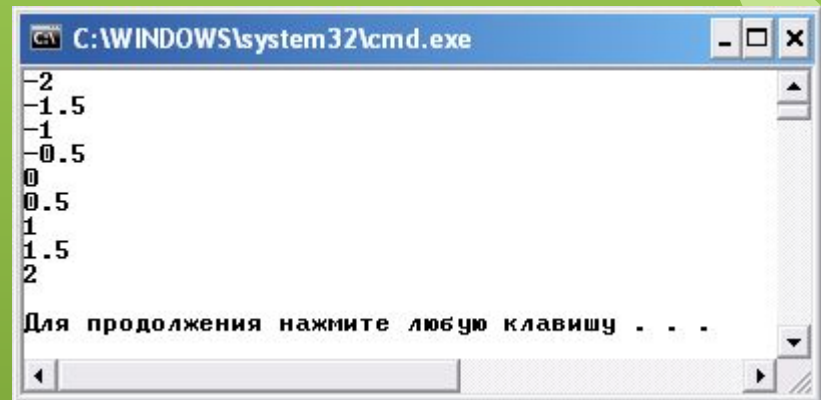


The screenshot shows a Windows command prompt window titled "C:\WINDOWS\system32\cmd.exe". The output of the program is displayed as a sequence of integers from -10 to 10, separated by spaces: "-10 -9 -8 -7 -6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10". Below the numbers, there is a prompt message in Ukrainian: "Для продовження натисніть будь-яку клавішу . . .". The window also shows standard Windows window controls (minimize, maximize, close) and a scrollbar.

Приклад 2

Вивести усі числа від -2 до 2 з кроком 0.5.

```
#include <iostream>
#include <stdlib.h>
using namespace std;
int main()
{
    const double E=0.0001;
    for (double x=-2; x<2+E; x+=0.5)
    {
        cout<<x<<"\n" ;
    }
    cout<<endl;
    system("pause");
    return 0;
}
```



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
-2
-1.5
-1
-0.5
0
0.5
1
1.5
2
Для продолжения нажмите любую клавишу . . .
```

Зауваження

Не слід порівнювати дійсні числа операціями

`==, <=, >=`

тому що вони в пам'яті зберігаються з певною точністю.

Рекомендується їх порівнювати з деякою точністю.

Наприклад, змінні a і b рівні, якщо

$$|a-b| < E,$$

де E - допуск порівняння.

Мовою C це виглядає так:

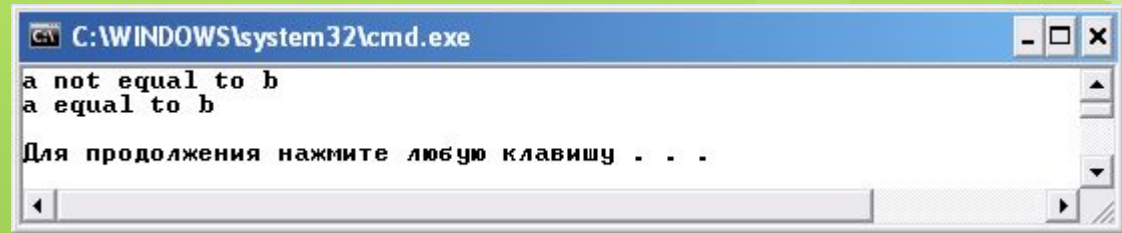
```
const E=0.0001;
```

```
fabs(a-b)<E
```

Приклад 3

Порівняння дійсних чисел

```
#include <iostream>
#include <math.h>
#include <stdlib.h>
using namespace std;
int main()
{
    double a = 2.0/3.0;
    float b = 2.0/3.0;
    if (a == b)
    {
        cout<<"a equal to b"<<endl;
    }
    else
    {
        cout<<"a not equal to b"<<endl;
    }
    const double E=0.0001;
    if ( fabs(a- b) <E)
    {
        cout<<"a equal to b"<<endl;
    }
    else
    {
        cout<<"a not equal to b"<<endl;
    }
    cout<<endl;
    system("pause");
    return 0;
}
```



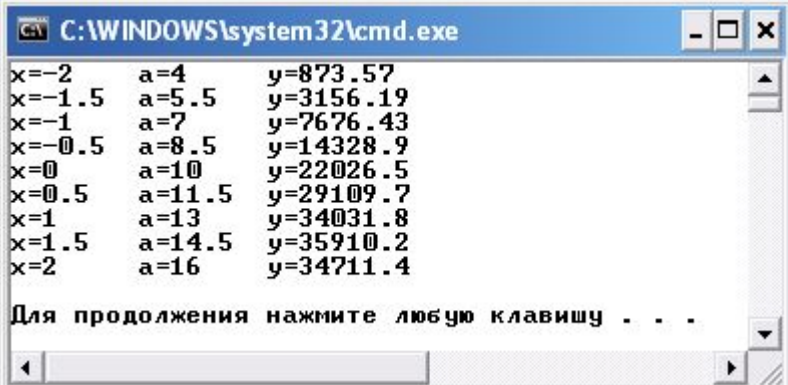
```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
a not equal to b
a equal to b
Для продовження натисніть будь-яку клавішу . . .
```


Приклад 4

Обчислити значення виразу $y = \frac{e^a}{a^x}$, де x змінюється на інтервалі $x = [-2:2]$, з кроком $h_x = 0.5$. А a отримує початкове значення 4 і змінюється одночасно з x на величину 1,5.

```
#include <iostream>
#include <math.h>
#include <stdlib.h>
using namespace std;
int main()
{
    const double E=0.0001;

    for (double x=-2, a=4.0; x<2+E; x+=0.5, a+=1.5)
    {
        double y = exp(a)/pow(a,x);
        cout<<"x="<<x<<"\ta="<<a<<"\ty="<<y<<endl;
    }
    cout<<endl;
    system("pause");
    return 0;
}
```



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
x=-2    a=4      y=873.57
x=-1.5  a=5.5    y=3156.19
x=-1    a=7      y=7676.43
x=-0.5  a=8.5    y=14328.9
x=0     a=10     y=22026.5
x=0.5   a=11.5   y=29109.7
x=1     a=13     y=34031.8
x=1.5   a=14.5   y=35910.2
x=2     a=16     y=34711.4

Для продолжения нажмите любую клавишу . . .
```

Приклад 5

Обчислити значення виразу $y = \frac{e^a}{a^x}$, де x змінюється на інтервалі $x = [-2:2]$, з кроком $h_x = 0.5$. А a змінюється на інтервалі $x = [4:10]$, з кроком $h_a = 1.5$.

```
#include <iostream>
#include <math.h>
#include <stdlib.h>
using namespace std;
int main()
{
    const double E=0.0001;
    const double hx=0.5;
    const double ha=0.5;
    for (double x=-2; x<2+E; x+=hx)
        for (double a=4; a<10+E; a+=ha)
        {
            double y = exp(a)/pow(a,x);
            cout<<"x="<<x<<"\ta="<<a<<"\ty="<<y<<endl;
        }
    cout<<endl;
    system("pause");
    return 0;
}
```

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
x=-2      a=4      y=873.57
x=-2      a=4.5    y=1822.85
x=-2      a=5      y=3710.33
x=-2      a=5.5    y=7401.93
x=-2      a=6      y=14523.4
x=-2      a=6.5    y=28102.2
x=-2      a=7      y=53735
x=-2      a=7.5    y=101702
x=-2      a=8      y=190781
x=-2      a=8.5    y=355092
x=-2      a=9      y=656350
x=-2      a=9.5    y=1.20572e+006
x=-2      a=10     y=2.20265e+006
x=-1.5    a=4      y=436.785
x=-1.5    a=4.5    y=859.298
x=-1.5    a=5      y=1659.31
x=-1.5    a=5.5    y=3156.19
x=-1.5    a=6      y=5929.17
x=-1.5    a=6.5    y=11022.6
x=-1.5    a=7      y=20309.9
x=-1.5    a=7.5    y=37136.5
x=-1.5    a=8      y=67451.4
x=-1.5    a=8.5    y=121796
x=-1.5    a=9      y=218783
x=-1.5    a=9.5    y=391186
x=-1.5    a=10     y=696538
x=-1      a=4      y=218.393
x=-1      a=4.5    y=405.077
x=-1      a=5      y=742.066
x=-1      a=5.5    y=1345.81
x=-1      a=6      y=2420.57
x=-1      a=6.5    y=4323.42
x=-1      a=7      y=7676.43
x=-1      a=7.5    y=13560.3
x=-1      a=8      y=23847.7
x=-1      a=8.5    y=41775.5
x=-1      a=9      y=72927.8
x=-1      a=9.5    y=126917
x=-1      a=10     y=220265
x=-0.5    a=4      y=109.196
x=-0.5    a=4.5    y=190.955
x=-0.5    a=5      y=331.862
x=-0.5    a=5.5    y=573.853
x=-0.5    a=6      y=988.195
x=-0.5    a=6.5    y=1695.79
x=-0.5    a=7      y=2901.42
x=-0.5    a=7.5    y=4951.53
x=-0.5    a=8      y=8431.42
x=-0.5    a=8.5    y=14328.9
x=-0.5    a=9      y=24309.3
x=-0.5    a=9.5    y=41177.4
x=-0.5    a=10     y=69653.8
x=0       a=4      y=54.5982
x=0       a=4.5    y=90.0171
x=0       a=5      y=148.413
x=0       a=5.5    y=244.692
x=0       a=6      y=403.429
x=0       a=6.5    y=665.142
x=0       a=7      y=1096.63
x=0       a=7.5    y=1808.04
x=0       a=8      y=2980.96
x=0       a=8.5    y=4914.77
x=0       a=9      y=8103.08
x=0       a=9.5    y=13359.7
x=0       a=10     y=22026.5
x=0.5     a=4      y=27.2991
x=0.5     a=4.5    y=42.4345
x=0.5     a=5      y=66.3724
x=0.5     a=5.5    y=104.337
```

Оператор while

Загальний синтаксис оператора циклу while

while (вираз-умова)

оператор;

- де **вираз-умова** — це умова, яка визначає, за якої умови цикл буде повторюватися;
- де **оператор** — це тіло циклу (оператор буде повторюватися до тих пір поки істинний вираз-умова);

Рекомендований синтаксис

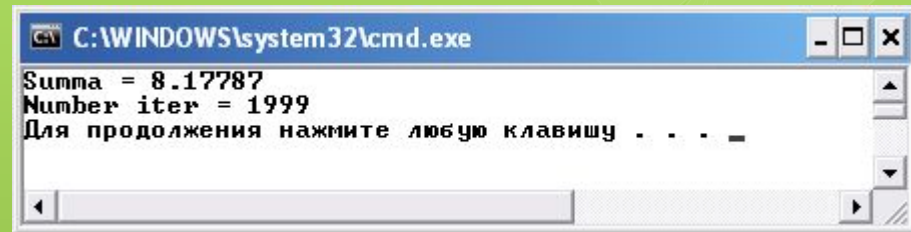
while (вираз-умова)

```
{  
    оператори  
}
```

Приклад 6

Обчислити суму ряду $S = \sum_{x=1}^{\infty} \frac{1}{x^2}$, $x = \overline{1,2,3,\dots,\infty}$ з точністю $E=0,0005$

```
#include <iostream>
#include <math.h>
#include <stdlib.h>
using namespace std;
int main()
{
    const double E=0.0005;
    double S=0.0;
    double x=1.0;
    while(1.0/x >E)
    {
        S+=1.0/x;
        x+=1.0;
    }
    cout<<"Summa = "<<S<<endl;
    cout<<"Number iter = "<<x-1<<endl;
    system("pause");
    return 0;
}
```



The screenshot shows a Windows command prompt window titled "C:\WINDOWS\system32\cmd.exe". The output of the program is displayed as follows:

```
Summa = 8.17787
Number iter = 1999
Для продолжения нажмите любую клавишу . . . _
```

Оператор циклу **do while**

Оператор циклу **do while** звичайно використовується в тих випадках, коли тіло циклу повинне виконуватися хоча б один раз, і має наступний загальний синтаксис:

```
do  
    оператори  
while (вираз умова);
```

Рекомендований синтаксис

```
do  
{  
    оператори  
}  
while (вираз умова);
```

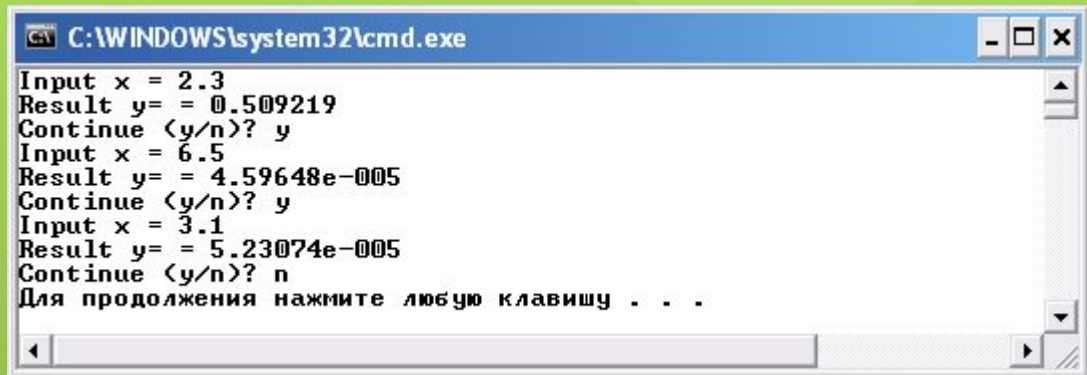
Виконується оператор **do** таким чином:

спочатку здійснюється вхід у тіло циклу і виконуються оператори (їх може бути декілька, після цього перевіряється умова і, якщо вона виконується, тобто "істина" true (не дорівнює нулю), то цикл повторюється, а якщо "неправда" false — здійснюється вихід з циклу.

Приклад 7

Обчислити вираз $y = \sin^x(x)$, для деякого x введеного з клавіатури.
Забезпечити повторне обчислення виразу для різних x не виходячи з програми.

```
#include <iostream>
#include <math.h>
#include <stdlib.h>
using namespace std;
int main()
{
    double x,y;
    char ch;
    do
    {
        cout<<"Input x = ";
        cin>>x;
        y=pow(sin(x),x);
        cout<<"Result y= = "<<y<<endl;
        cout<<"Continue (y/n)? ";
        cin>>ch;
    }while(ch == 'y' || ch == 'Y');
    return 0;
}
```



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Input x = 2.3
Result y= = 0.509219
Continue (y/n)? y
Input x = 6.5
Result y= = 4.59648e-005
Continue (y/n)? y
Input x = 3.1
Result y= = 5.23074e-005
Continue (y/n)? n
Для продолжения нажмите любую клавишу . . .
```