Основы программирования (на языке Си)

Тема 9. Циклические алгоритмы

Что такое цикл?

Цикл – это многократное выполнение одинаковых действий.

Два вида циклов:

- цикл с **известным** числом шагов (сделать 10 раз)
- цикл с **неизвестным** числом шагов (делать, пока не надоест)

Задача. Вывести на экран 10 раз слово «Привет».

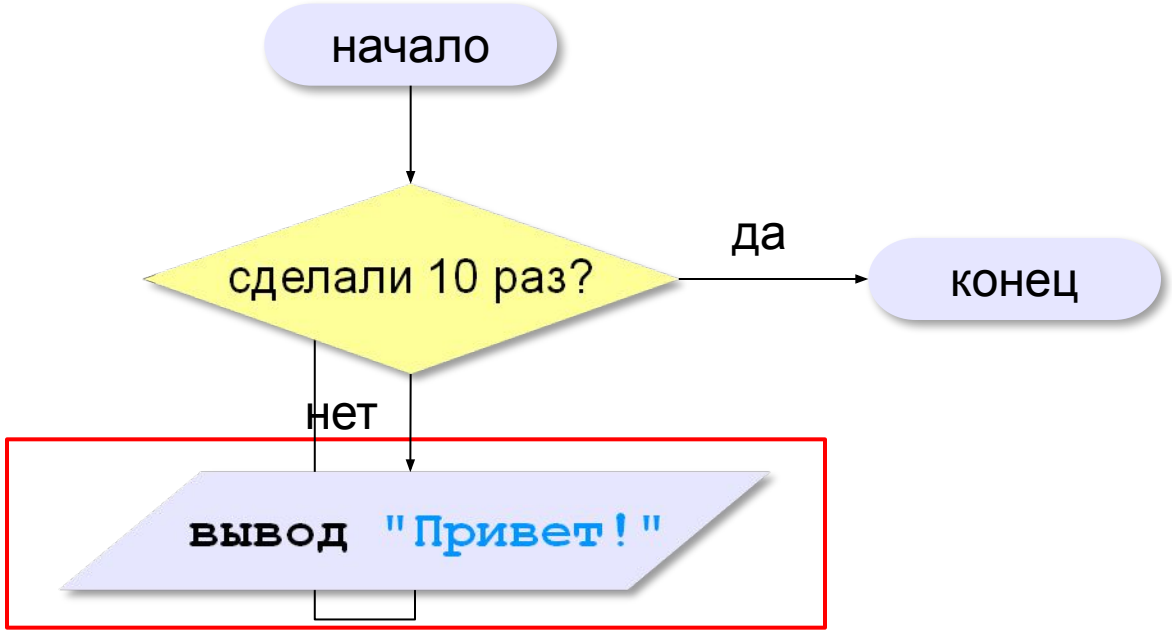
Можно ли решить известными методами?

Повторения в программе

```
printf("Привет\n");
printf("Привет\n");
...
printf("Привет\n");
```

Что плохо?

Блок-схема цикла



тело цикла

Как организовать цикл?

```
счётчик = 0
пока счётчик < 10
   printf("Привет\n");
   увеличить счётчик на 1
```

результат операции автоматически сравнивается с нулём!

```
счётчик = 10
пока счётчик > 0
   printf("Привет\n");
   уменьшить счётчик на 1
```

Какой способ удобнее для процессора?

Цикл с условием

Задача. Определить **количество цифр** в десятичной записи целого положительного числа, записанного в переменную **n**.

```
счётчик = 0
пока n > 0
   отсечь последнюю цифру n
   увеличить счётчик на 1
```

n	счётчик
1234	0

Как отсечь последнюю цифру?

```
n = n / 10;
```

Как увеличить счётчик на 1?

```
счётчик = счётчик + 1;
```

```
счётчик ++;
```

Цикл с условием

начальное значение счётчика

условие продолжения

заголовок цикла

```
count = 0;
while ( n > 0 )
  {
  n = n / 10;
  count ++;
  }
```

конец цикла

тело цикла

Цикл с предусловием – проверка на входе в цикл!

Цикл с условием

При известном количестве шагов:

```
k = 0;
while ( k < 10 )
   {
   printf ( "привет\n" );
   k ++;
   }
```

Зацикливание:

```
k = 0;
while ( k < 10 )
   {
   printf ( "привет\n" );
   }
```

Сколько раз выполняется цикл?

```
a = 4; b = 6;
while ( a < b ) a = a + 1;
```

2 раза
a = 6

```
a = 4; b = 6;
while ( a < b ) a = a + b;
```

1 раз
a = 10

```
a = 4; b = 6;
while ( a > b ) a ++;
```

0 раз
a = 4

```
a = 4; b = 6;
while ( a < b ) b = a - b;
```

1 раз
b = -2

```
a = 4; b = 6;
while ( a < b ) a --;
```

зацикливание

Цикл с постусловием

заголовок цикла

тело цикла

```
do
   {
   printf("Введите n > 0: ");
   scanf ( "%d", &n );
   }
while ( n <= 0 );
```

условие продолжения

- при входе в цикл условие ***не*** **проверяется**
- цикл всегда выполняется **хотя бы один раз**

Задачи

«A»: Напишите программу, которая получает два целых числа A и B (0 < A < B) и выводит квадраты всех натуральных чисел в интервале от A до B.

Пример:

```
Введите два целых числа:
10 12
10*10=100
11*11=121
12*12=144
```

«B»: Напишите программу, которая получает два целых числа и находит их произведение, не используя операцию умножения. Учтите, что числа могут быть отрицательными.

Пример:

```
Введите два числа:
10 -15
10*(-15)=-150
```

Задачи

«С»: Ввести натуральное число N и вычислить сумму всех чисел Фибоначчи, меньших N. Предусмотрите защиту от ввода отрицательного числа N.

Пример:

```
Введите число N:
10000
Сумма 17709
```

Задачи-2

«A»: Ввести натуральное число и найти сумму его цифр.

Пример:

```
Введите натуральное число:
12345
Сумма цифр 15.
```

«B»: Ввести натуральное число и определить, верно ли, что в его записи есть две одинаковые цифры, стоящие рядом.

Пример:

```
Введите натуральное число:
12342
Нет.
```

Пример:

```
Введите натуральное число:
12245
Да.
```

Задачи-2

«С»: Ввести натуральное число и определить, верно ли, что в его записи есть две одинаковые цифры (не обязательно стоящие рядом).

Пример:

```
Введите натуральное число:
12342
Да.
```

Пример:

```
Введите натуральное число:
12345
Нет.
```

Цикл с переменной

Задача. Вывести все степени двойки от 2^1 до 2^{10}.

Можно ли сделать с циклом «пока»?

```
k = 1;
n = 2;
while ( k <= 10 )
   {
   printf("%d\n", n);
   n *= 2;
   k ++;
   }
```

```
n = 2;
for( k=1; k<=10; k++ )
   {
   printf("%d\n", n);
   n *= 2;
   }
```

цикл с переменной

Цикл с переменной: другой шаг

```
for ( k = 10; k >= 1; k-- )
  printf( "%d\n", k*k );
```

Что получится?

```
100
81
64
49
36
25
16
9
4
1
```

```
for ( k = 1; k <= 10; k += 2 )
  printf( "%d\n", k*k );
```

```
1
9
25
49
81
```

Сколько раз выполняется цикл?

```
a = 1;
for( i = 1; i <= 3; i++ ) a = a + 1;
```

a = 4

```
a = 1;
for( i = 3; i <= 1; i++ ) a = a + 1;
```

a = 1

```
a = 1;
for( i = 1; i <= 3; i-- ) a = a + 1;
```

a = 1

```
a = 1;
for( i = 3; i >= 1; i-- ) a = a + 1;
```

a = 4

Задачи

«A»: Найдите все пятизначные числа, которые при делении на 133 дают в остатке 125, а при делении на 134 дают в остатке 111.

«B»: Натуральное число называется **числом Армстронга**, если сумма цифр числа, возведенных в N-ную степень (где N – количество цифр в числе) равна самому числу. Например, $153 = 1^3 + 5^3 + 3^3$. Найдите все трёхзначные Армстронга.

Задачи

«С»: Натуральное число называется автоморфным, если оно равно последним цифрам своего квадрата. Например, $25^2 = 625$. Напишите программу, которая получает натуральное число N и выводит на экран все автоморфные числа, не превосходящие N.

Пример:

```
Введите N:
1000
1*1=1
5*5=25
6*6=36
25*25=625
76*76=5776
```

Вложенные циклы

Задача. Вывести все простые числа в диапазоне от 2 до 1000.

```
сделать для n от 2 до 1000
  если число n простое то
    вывод n
```

нет делителей [2.. **n-1**]: проверка в цикле!

? Что значит «простое число»?

Вложенные циклы

```
for ( n = 2; n <= 1000; n ++ )
  {
  count = 0;
  for ( k = 2; k < n; k ++ )
      if ( n % k == 0 )
        count ++;
  if ( count == 0 )
    printf("%d\n", n);
  }
```

вложенный цикл

Вложенные циклы

```
for ( n = 1; n <= 4; n++ )
   {
   for ( k = 1; k <= i; k++ )
      {
      ...
      }
   }
```

n	k
1	1
2	1
2	2
3	1
3	2
3	3
4	1
4	2
4	3
4	4

Как меняются переменные?

Переменная внутреннего цикла изменяется быстрее!

Поиск простых чисел – как улучшить?

$$n = k \cdot m, \quad k \le m \quad \Rightarrow k^2 \le n \quad \Rightarrow k \le \sqrt{n}$$

```
while( k <= sqrt(n) )
   {
   ...
   }
```

? Что плохо?

```
count = 0;
k = 2;
while ( k*k <= n )
   {
   if ( n % k == 0 ) count ++;
   k ++;
   }
```

? Как ещё улучшить?

```
while ( k*k <= n && (count == 0) ) {
   ...
   }
```

Задачи

«A»: Напишите программу, которая получает натуральные числа A и B (A<B) и выводит все простые числа в интервале от A до B.

Пример:

```
Введите границы диапазона:
10 20
11 13 17 19
```

«B»: В магазине продается мастика в ящиках по 15 кг, 17 кг, 21 кг. Как купить ровно 185 кг мастики, не вскрывая ящики? Сколькими способами можно это сделать?

Задачи

«С»: Ввести натуральное число N и вывести все натуральные числа, не превосходящие N и делящиеся на каждую из своих цифр.

Пример:

```
Введите N:
15
1 2 3 4 5 6 7 8 9 11 12 15
```