Циклы

Алтайский государственный университет
Факультет математики и ИТ
Кафедра информатики

Барнаул 2015

Лекция 6

- План
  - Пара заданий для самопроверки
  - Операторы цикла
    - Оператор с переменной (for)
    - Оператор с пред-условием
    - Последовательности
    - Оператор с пост-условием
    - Прерывание циклов

Пара заданий для самопроверки

- Задание для самопроверки 1
- Задание для самопроверки 2

Задание для самопроверки 1

- Что будет выведено если пользователь введет 13?

```
#include <stdio.h>

void main(){
 int number;
 printf("введи число: ");
 scanf("%d", &number);
 if (number = 0)
    printf("равно 0\n");
 else
    printf("не равно 0\n");
}
```

Частая ошибка:
= вместо ==

Задание для самопроверки 2

- Что будет выведено если пользователь введет 2 и 3?

```
#include <stdio.h>

void main(){
 int a, b, max=0;
 printf("введи a и b: ");
 scanf("%d%d ", &a,&b);
 if (a > b)
    if (a > 0) max = a;
 else
    max = b;
 printf("max=%d\n", max);
}
```

Частая ошибка!
`else` – всегда альтернатива к ближайшему `if`

Цикл с переменной

- Цикл с переменной (`for`)
- Цикл с пред-условием (`while`)
- Последовательности
- Цикл с пост-условием (`do…while`)
- Прерывание цикла

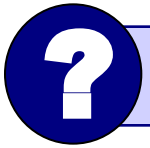
Циклы

Цикл – это многократное выполнение одинаковой последовательности действий.

- цикл с **известным** числом шагов
- цикл с **неизвестным** числом шагов (цикл с условием)

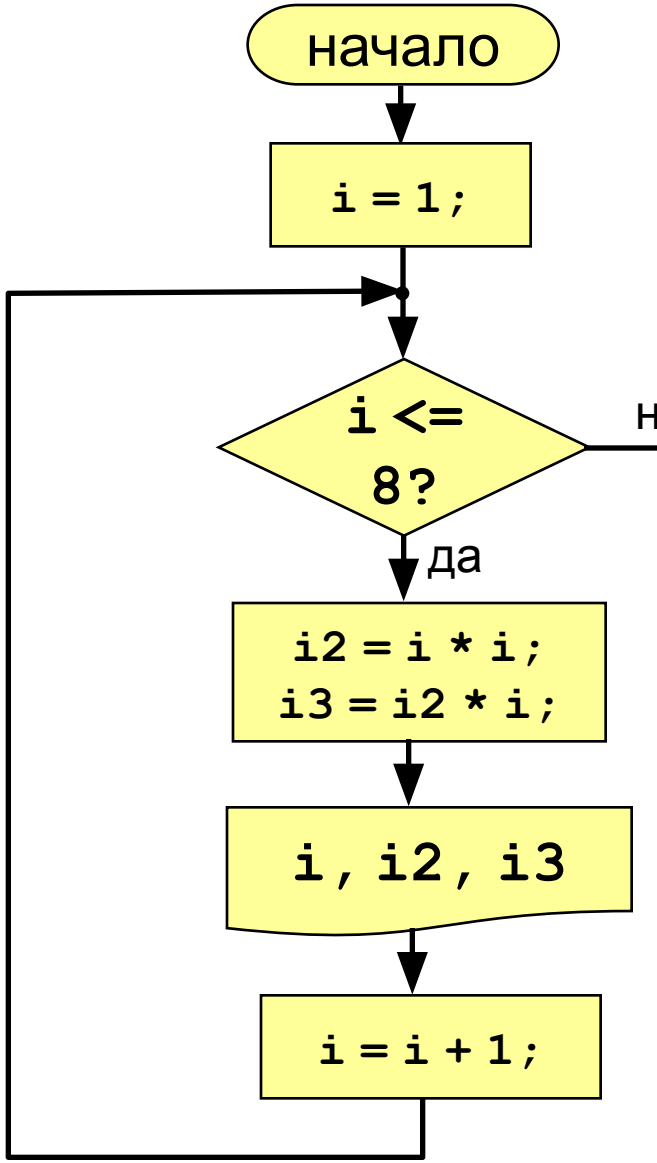
Задача. Вывести на экран квадраты и кубы целых чисел от 1 до 8 (от **a** до **b**).

Особенность: одинаковые действия выполняются 8 раз.



Можно ли решить известными методами?

Алгоритм



задать начальное значение переменной цикла

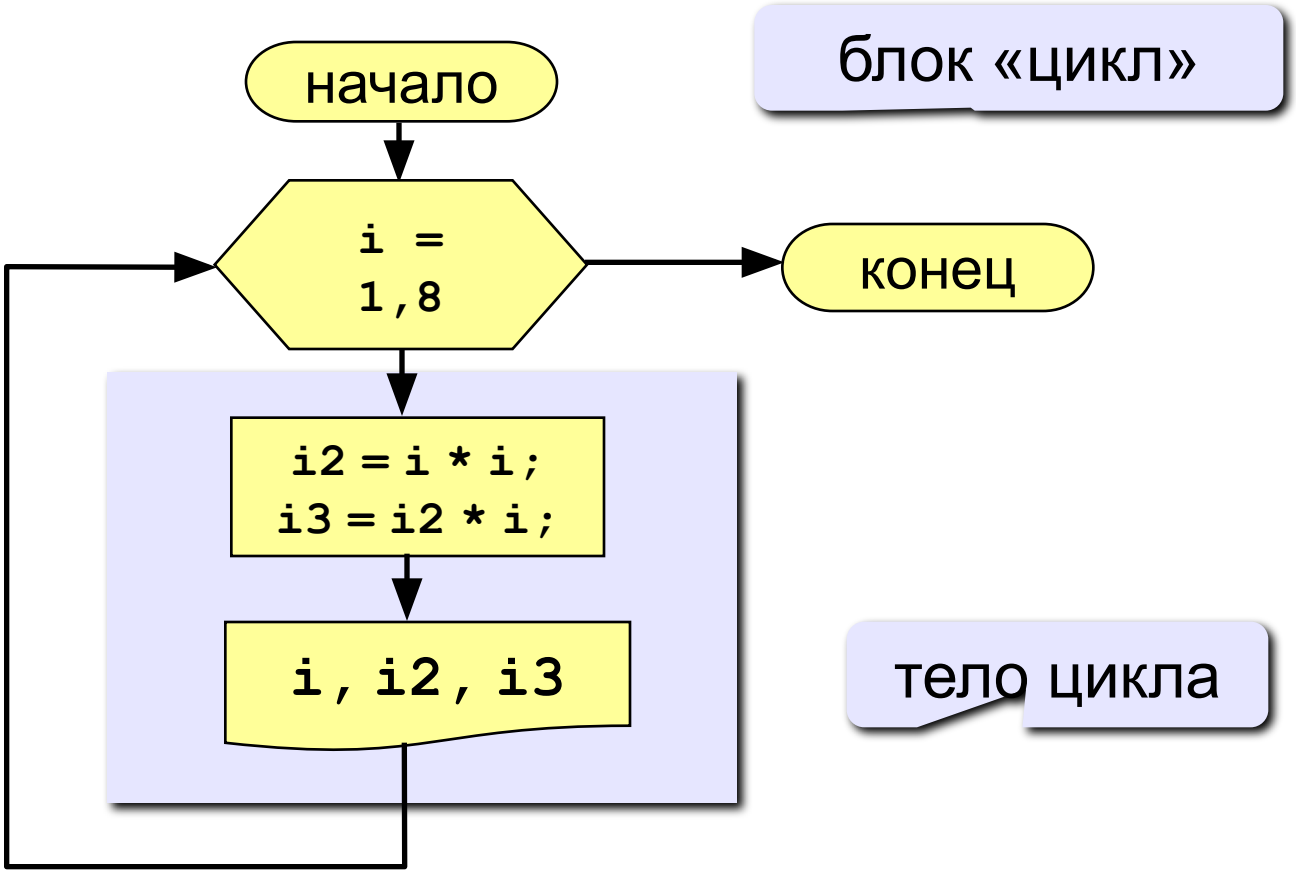
проверить, все ли сделали

вычисляем квадрат и куб

вывод результата

перейти к следующему `i`

Алгоритм (с блоком «цикл»)



Программа

```
void main()
{
   int i, i2, i3;
   for (i=1; i<=8; i++)
   {
      i2 = i*i;
      i3 = i2*i;
      printf("%4d %4d %4d\n",i,i2,i3);
   }
}
```

начальное значение

заголовок цикла

конечное значение

ЦИКЛ

переменная цикла

изменение после каждого шага: i=i+1

начало цикла

тело цикла

конец цикла

ровные столбики

Цикл с уменьшением переменной

Задача. Вывести на экран квадраты и кубы целых чисел от 8 до 1 (в обратном порядке).

Особенность: переменная цикла должна уменьшаться.

Решение:

```
for ( i=8; i>=1; i-- )
{
  i2 = i*i;
  i3 = i2*i;
  printf("%4d %4d %4d\n", i, i2, i3);
}
```

Цикл с переменной

```
for (начальные значения;
      условие продолжения цикла;
      изменение на каждом шаге)
{
  /* тело цикла */
}
```

Примеры:

```
for (a=2; a<b; a+=2) { ... }
```

```
for (a=2, b=4; a<b; a+=2) { ... }
```

```
for (a=1; c<d; x++) { ... }
```

```
for (; c<d; x++) { ... }
```

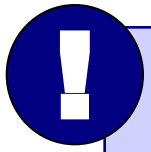
```
for (; c<d; ) { ... }
```

Цикл с переменной

Особенности:

- ***условие*** проверяется в начале очередного шага цикла, если оно ложно, цикл не выполняется;
- ***изменения*** (третья часть в заголовке) выполняются в конце очередного шага цикла;
- если ***условие*** никогда не станет ложным, цикл может продолжаться бесконечно (**зацикливание**)

```
for(i=1; i<8; i++) { i--; }
```



Не рекомендуется менять переменную цикла в теле цикла!

- если в теле цикла один оператор, **скобки** {} можно не ставить:

```
for(i=1; i<8; i++) a+=b;
```

Цикл с переменной

Особенности:

- после выполнения цикла **во многих системах** устанавливается первое значение переменной цикла, при котором нарушено условие:

```
for (i=1; i<=8; i++)
  printf("Привет");
printf("i=%d", i);
```

i=9

```
for (i=8; i>=1; i--)
  printf("Привет");
printf("i=%d", i);
```

i=0

Сколько раз выполняется цикл?

```
a=1;
for(i=1; i<4; i++) a++;
```

3 раза
a = 4

```
a=1;
for(i=1; i<4; i++) a=a+i;
```

3 раза
a = 7

```
a=1; b=2;
for(i=3; i>=1; i--)a+=b;
```

3 раза
a = 7

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

0 раз
a = 1

```
a=1;
for(i=1; i<=4; i--)a++;
```

зацикливание

Цикл с предусловием

- Цикл `while`
- Взаимозаменяемость циклов `for` и `while`

Цикл с неизвестным числом шагов

Пример: Отпилить полено от бревна. Сколько раз надо сделать движения пилой?

Задача: Ввести целое число (<2000000) и определить число цифр в нем.

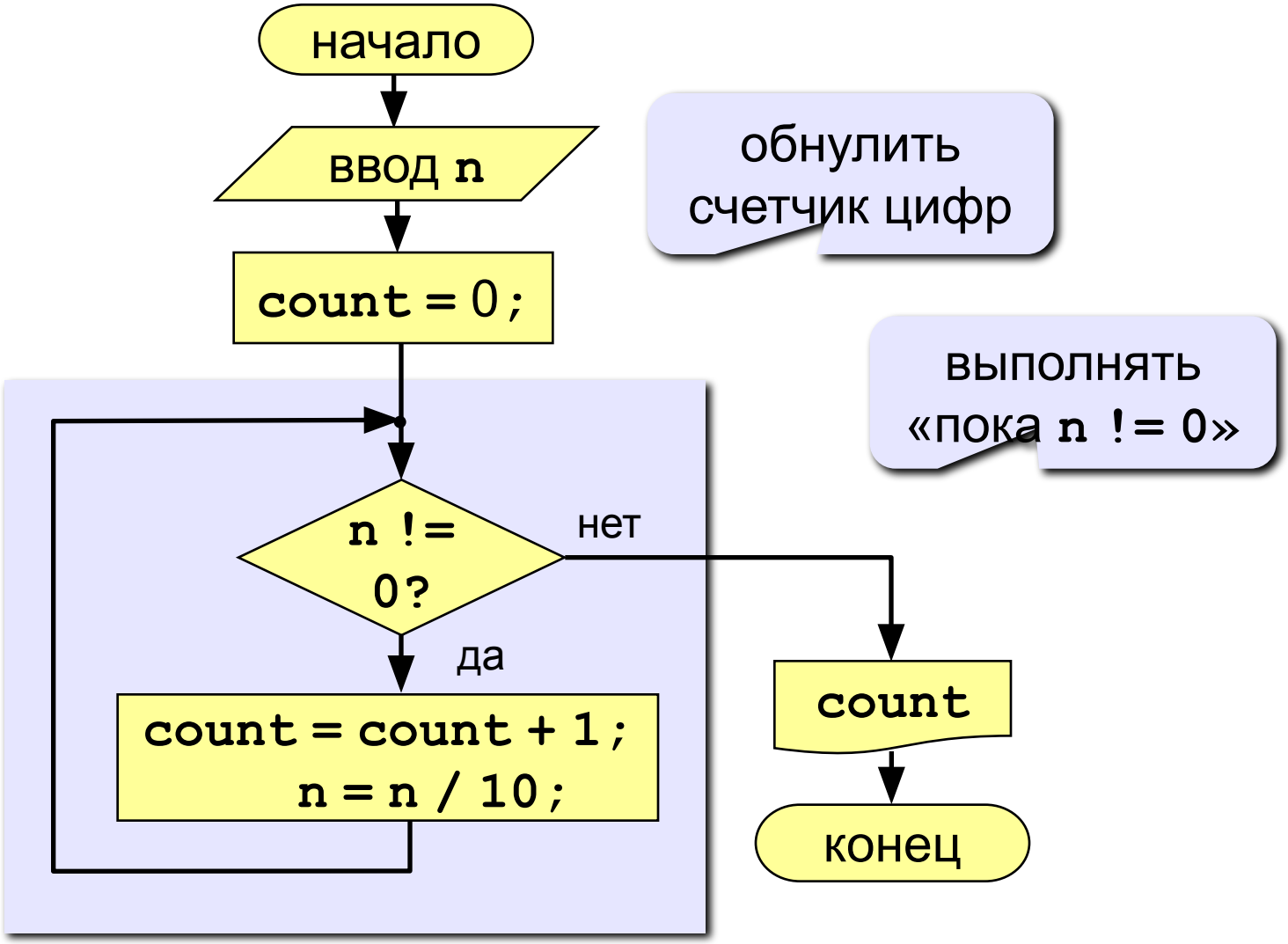
Идея решения: Отсекаем последовательно последнюю цифру, увеличиваем счетчик.

n	count
123	0
12	1
1	2
0	3

Проблема: Неизвестно, сколько шагов надо сделать.

Решение: Надо остановиться, когда **n = 0**, т.е. надо делать «пока **n != 0**».

Алгоритм


начало
ввод n
count = 0;
обнулить счетчик цифр
выполнять «пока n != 0»
n != 0?
нет
да
count = count + 1;
n = n / 10;
count
конец

Программа

```
void main()
{
    int n, count, n1;
    printf("Введите целое число\n");
    scanf("%d", &n);
    count = 0; n1 = n;
    while (n != 0)
    {
      count ++;
      n = n / 10;
    }
    printf("В числе %d нашли %d цифр", n1, count);
}
```

выполнять «пока n != 0»

Что плохо?

Цикл с условием

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

Особенности:

- можно использовать сложные условия:

```
while (a<b && b<c ) { ... }
```

- если в теле цикла только один оператор, скобки { } можно не писать:

```
while ( a < b ) a++;
```

Цикл с условием

Особенности:

- условие пересчитывается **каждый раз** при входе в цикл
- если условие на входе в цикл ложно, цикл не выполняется ни разу

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

- если условие никогда не станет ложным, программа **зацикливается**

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

Сколько раз выполняется цикл?

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

2 раза
a = 6

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

Замена for на while и наоборот

```
for( i=1; i<=10; i++)
{
   /* тело цикла */
}
```

```
i = 1;
while ( i <= 10 ) {
   /* тело цикла */
   i ++;
}
```

```
for ( i=a; i>=b; i--)
{
   /* тело цикла */
}
```

```
i = a;
while ( i >= b ) {
   /* тело цикла */
   i --;
}
```

В языке Си замена цикла for на while и наоборот возможна всегда!

Последовательности

- Способы определения
- Типичные алгоритмы
- Пример программы

Последовательности

Примеры:

- 1, 2, 3, 4, 5, …
- 1, 2, 4, 7, 11, 16, …
- 1, 2, 4, 8, 16, 32, …
- $\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{3}{8}, \frac{1}{4}, \frac{5}{32}, \ldots$ $\quad \frac{1}{2}, \frac{2}{4}, \frac{3}{8}, \frac{4}{16}, \frac{5}{32}, \ldots$

$a_n = n$

$a_1 = 1,\ a_{n+1} = a_n + 1$

$a_1 = 1,\ a_{n+1} = a_n + n$

$a_n = 2^{n-1}$

$a_1 = 1,\ a_{n+1} = 2a_n$

$$a_n = \frac{b_n}{c_n}$$

$b_1 = 1,\ b_{n+1} = b_n + 1$

$c_1 = 2,\ c_{n+1} = 2c_n$

Последовательности

Задача: найти сумму всех элементов последовательности,

$$1,\ -\frac{1}{2},\ \frac{2}{4},\ -\frac{3}{8},\ \frac{4}{16},\ -\frac{5}{32},\ldots$$

которые по модулю больше 0,001:

$$S = 1 - \frac{1}{2} + \frac{2}{4} - \frac{3}{8} + \frac{4}{16} - \frac{5}{32} + \ldots$$

Элемент последовательности (начиная с №2):

$$a = z\,\frac{b}{c}$$

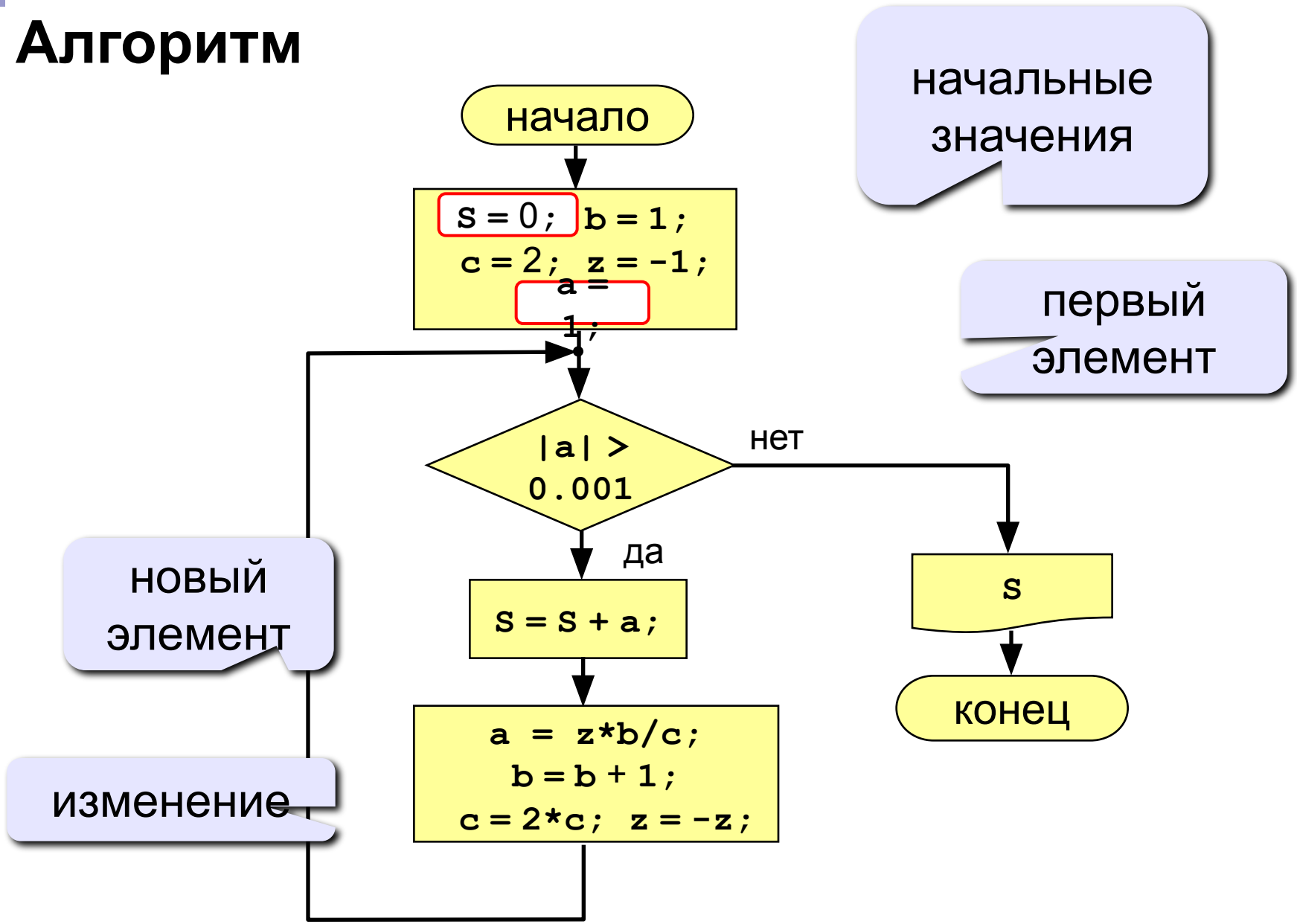
n	1	2	3	4	5	...
b	1	2	3	4	5	...
c	2	4	8	16	32	...
z	-1	1	-1	1	-1	...

```
b = b+1;
```

```
c = 2*c;
```

```
z = -z;
```

Алгоритм


начальные значения
начало
s = 0; b = 1;
c = 2; z = -1;
a = 1;
первый элемент
|a| > 0.001
нет
да
s
конец
s = s + a;
новый элемент
a = z*b/c;
b = b + 1;
c = 2*c; z = -z;
изменение

Программа

```
#include <math.h>
void main()
{
  int b, c, z;
  float S, a, b;
  S = 0; z = -1;
  b = 1; c = 2; a = 1;
  while (fabs(a) > 0.001) {
    S += a;
    a= z*b / c;
    z= -z;
    b++;
    c*=2;
  }
  printf ("S = %10.3f", S);
}
```

математические функции

чтобы не было округления при делении

– модуль ственного числа

увеличение суммы

расчет элемента последовательности

? Что плохо?

Упражнения

1. **Найти сумму элементов последовательности с точностью 0,001:**

$$S = 1 + \frac{2}{3 \cdot 3} - \frac{4}{5 \cdot 9} + \frac{6}{7 \cdot 27} - \frac{8}{9 \cdot 81} + \ldots$$

Ответ:

```
S = 1.157
```

2. **Найти сумму элементов последовательности с точностью 0,001:**

$$S = 1 + \frac{2}{2 \cdot 3} - \frac{4}{3 \cdot 9} + \frac{6}{5 \cdot 27} - \frac{8}{8 \cdot 81} + \frac{10}{13 \cdot 243} - \ldots$$

Ответ:

```
S = 1.220
```

Цикл с постусловием

- Цикл с пост-условием (`do…while`)
- Общая схема
- Пример

Цикл с постусловием

Задача: Ввести целое **положительное** число (<2000000) и определить число цифр в нем.

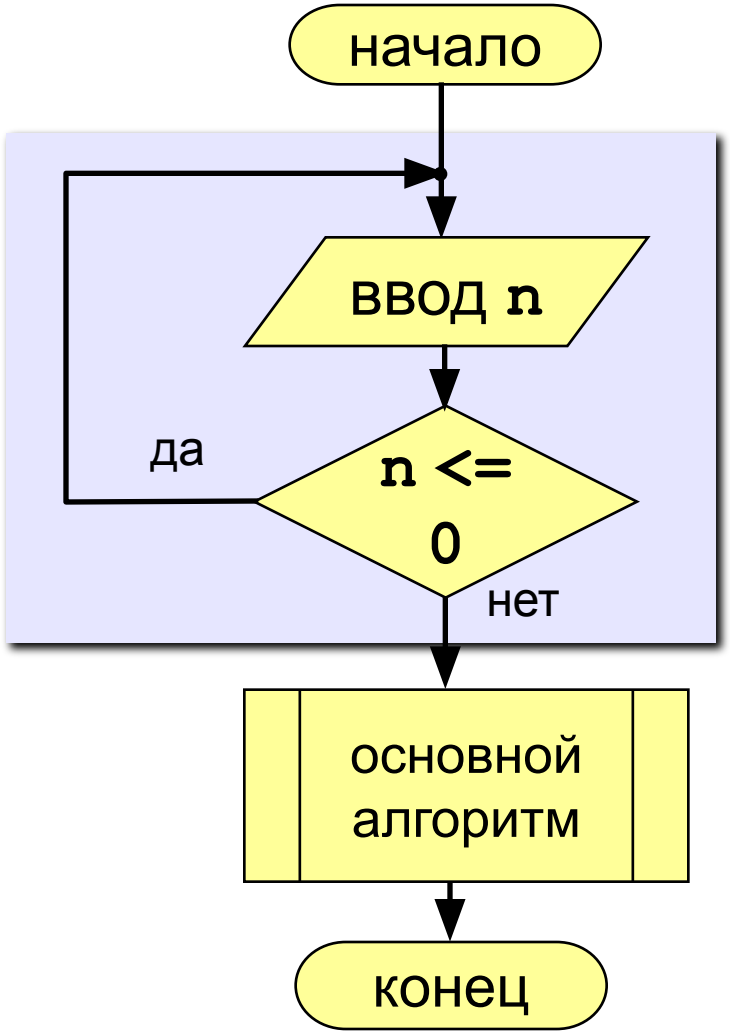
Проблема: Как не дать ввести отрицательное число или ноль?

Решение: Если вводится неверное число, вернуться назад к вводу данных (цикл!).

Особенность: Один раз тело цикла надо сделать в любом случае ⇒ проверку условия цикла надо делать в конце цикла (цикл с **постусловием**).

Цикл с постусловием – это цикл, в котором проверка условия выполняется в конце цикла.

Цикл с постусловием: алгоритм



тело цикла

условие

блок «типовой процесс»

Программа

```
void main()
{
  int n;
  do {
    printf("Введите положительное число\n");
    scanf("%d", &n);
  }
  while (n<=0);
  ... /* основной алгоритм */
}
```

условие

Особенности:

- тело цикла всегда выполняется хотя бы один раз
- после слова **while** («пока…») ставится условие **продолжения** цикла

Сколько раз выполняется цикл?

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

3 раза
a = 7

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

1 раз
a = 10

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

зацикливание

```
a = 4; b = 6;
do b=a-b; while (a>=b);
```

2 раза
b = 6

```
a = 4; b = 6;
do a+=2; while (a>=b);
```

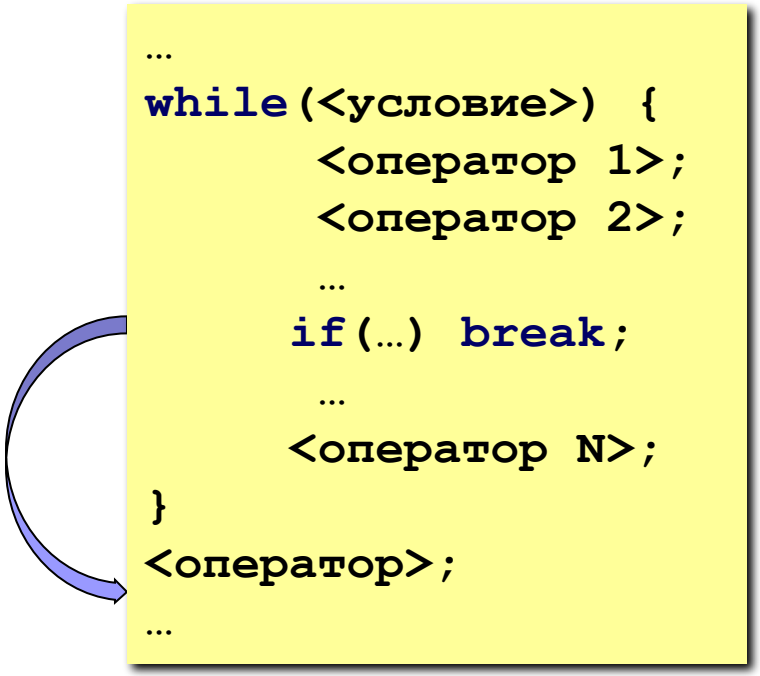
зацикливание

Прерывание цикла

- Прерывание цикла (**`break`**)
- Прерывание шага цикла (**`continue`**)
- Прерывание вложенных циклов

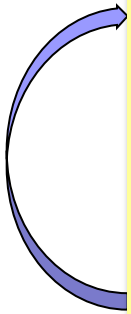
Прерывание цикла

- Оператор **`break`**
  - **`break`** досрочно завершает (прерывает) цикл и передает управление на оператор, следующий за циклом
  - Работает для любого цикла
    - **`for`**
    - **`while`**
    - **`do … while`**



Прерывание шага цикла

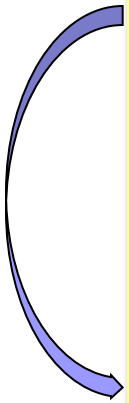
- Оператор `continue`
  - **`continue`** досрочно завершает шаг цикла и начинает следующий
  - Работает для любого цикла
    - **`for`**
    - **`while`**
    - **`do … while`**



```
…
while(<условие>)   {
    <оператор 1>;
    <оператор 2>;
    …
    if(…) continue;
    …
    <оператор N>;
}
…
```

Прерывание вложенных циклов

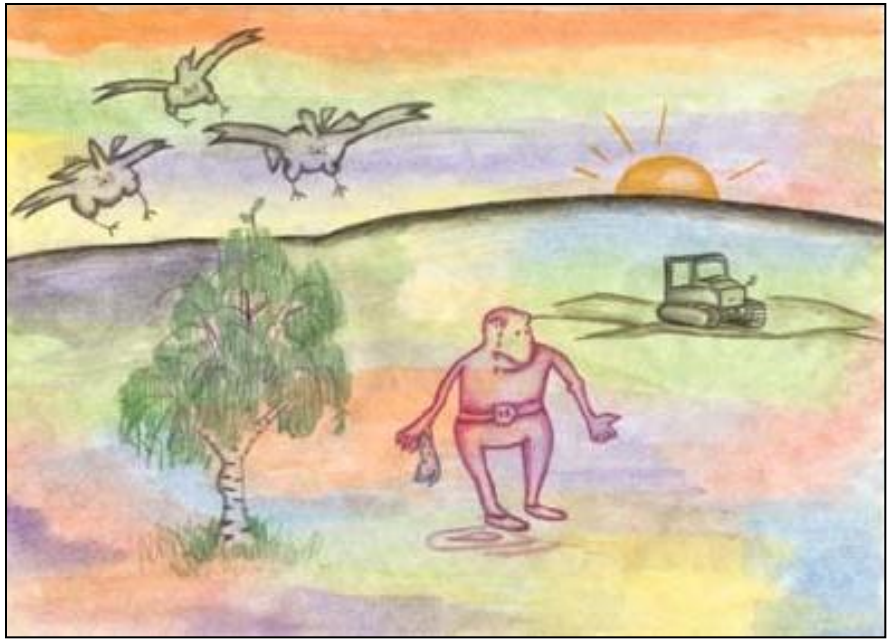
- Оператор **goto**
  - **goto** осуществляет безусловный переход в точку программы, помеченную меткой
  - Не рекомендуется использовать без настоятельной необходимости
  - Нарушает принципы структурного программирования



```
…
for() {
    while(<условие>)  {
            <оператор 1>;
            <оператор 2>;
            …
            if(…) goto error;
            …
            <оператор N>;
    }
}
error: <оператор>;
…
```

Вопросы?

- Операторы цикла
  - Цикл с переменной (`for`)
  - Цикл с пред-условием (`while`)
  - Последовательности
  - Цикл с пост-условием (`do…while`)
  - Прерывание цикла



Дубовая роща. *Грачи улетели*