Циклы

Циклы

- **Цикл** – это многократное выполнение одинаковой последовательности действий.
  - цикл с известным числом шагов
  - цикл с неизвестным числом шагов (цикл с условием)

- Примеры:
  - Вывести на экран значение квадратов и кубов чисел от 1 до 10
  - Определить количество цифр в заданном числе

Циклы

- Если количество повторений известно, то используются циклы с параметром:
  - **FOR … TO … DO**
  - **FOR … DOWNTO … DO**
- В противном случае:
  - цикл с предусловием – **WHILE … DO**
  - цикл с постусловием – **REPEAT … UNTIL**.

Циклы

- При работе с операторами цикла можно использовать следующие процедуры:
  - **Break**
  - **Continue**
- **Break** –позволяет досрочно выйти из цикла
- **Continue** – позволяет перейти к новой итерации цикла, даже если предыдущая итерация еще не завершена

ЦИКЛ FOR

Цикл с переменной

Увеличение параметра на 1:

```
  for <параметр цикла> := <начальное значение>
 to
     <конечное значение> do
begin
   {тело цикла}
 end;
```

Уменьшение параметра на 1:

```
  for <параметр цикла> := <начальное значение>
 downto <конечное значение> do
 begin
   {тело цикла}
 end;
```

Циклы

Пример 1: Вывести на экран квадраты и кубы чисел от 1 до 10

```
var i:byte;
begin
 for i:=1 to 10 do
  begin
    WriteLn(i:3,sqr(i):4, i*i*i:5);
  end;
  readln;
end.
```

Циклы с параметром

Особенности:

- переменная цикла может быть только целой (`integer, byte, word и т.п.`)
- шаг изменения переменной цикла всегда равен 1 (`to`) или -1 (`downto`)
- если в теле цикла только один оператор, слова `begin` и `end` можно не писать:

```
for i:=1 to 10 do
    WriteLn(i:3,sqr(i):4, i*i*i:5);
```

- если конечное значение меньше начального, цикл (`to`) <u>не выполняется ни разу</u> (проверка условия в начале цикла, цикл с предусловием)

Циклы с параметром

Особенности:

- в теле цикла не разрешается изменять переменную цикла

```
n := 8;
for i:=1 to n do begin
  writeln('Привет');
  i := i + 5;
end;
```

Запрещено, т.к. параметр *i* может не достигнуть значения *n*. *Зацикливание*

Циклы с параметром

Особенности:

- Начальное и конечное значения цикла определяются заранее, поэтому <u>при изменении начального и конечного значения внутри цикла количество шагов не изменится</u>:

```
n := 8;
for i:=1 to n do begin
  writeln('Привет');
  n := n + 1;
end;
```

нет зацикливания

Циклы с параметром

Особенности:

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

```
for i:=1 to 8 do
  writeln('Привет');
writeln('i=', i);
```

i=9

```
for i:=8 downto 1 do
  writeln('Привет');
writeln('i=', i);
```

i=0

Определите значение переменной *a*

```
a:=1;
for i:=1 to 3 do a:=a+1;
```

a = 4

```
a:=1;
for i:=3 to 1 do a:=a+1;
```

a = 1

```
a:=1;
for i:=1 downto 3 do a:=a+1;
```

a = 1

```
a:=1;
for i:=3 downto 1 do a:=a+1;
```

a = 4

Как изменить шаг?

Задача. Вывести на экран квадраты и кубы <u>нечётных</u> целых чисел от 1 до 9.

Особенность: переменная цикла должна увеличиваться на 2.

Решение:

```
...
for i:=1 to 9 do begin

  if i mod 2 = 1 then begin
    i2 := i*i;
    i3 := i2*i;
    writeln(i:4, i2:4, i3:4);
  end;
end;
...
```

выполняется только для нечетных i

? Что плохо?

Как изменить шаг? – II

Идея: Надо вывести всего 5 чисел, переменная `k` изменяется от 1 до 5. Начальное значение `i` равно 1, с каждым шагом цикла `i` увеличивается на 2.

Решение:

```
i := 1;
 ???
for k:=1 to 5 do begin
  i2 := i*i;
  i3 := i2*i;
  i := i + 2;  i2:4, i3:4);
   ???
end;
...
```

Как изменить шаг? – III

Идея: Надо вывести всего 5 чисел, переменная `k` изменяется от 1 до 5. **Зная** `k`, **надо рассчитать** `i`.

k	1	2	3	4	5
i	**1**	**3**	**5**	**7**	**9**

`i = 2k-1`

Решение:

```
...
for i := 2*k - 1; begin
    ???
  i2 := i*i;
  i3 := i2*i;
  writeln(i:4, i2:4, i3:4);
end;
...
```

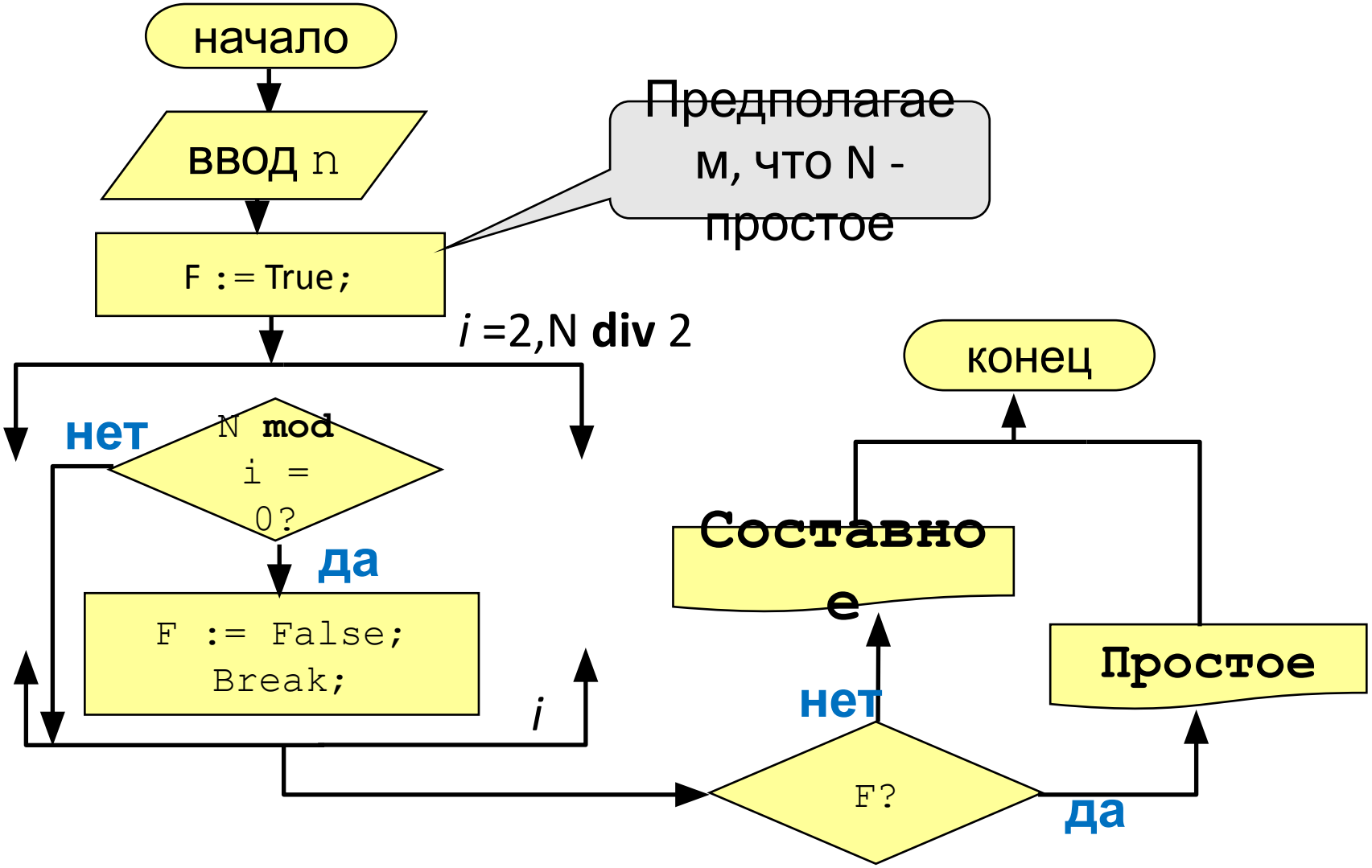
Цикл с параметром

Задача: Определить, является ли число N простым.

Идея: Если у числа есть делители, отличные от 1 и N, то число N – составное, иначе - простое

Для обозначения наличия делителей у числа, зададим переменную-флаг, которая будет принимать значение **true** (простое) или **false** (составное)

Алгоритм


начало
ввод n
F := True;
Предполагаем, что N - простое
i =2,N div 2
нет
N mod i = 0?
да
F := False;
Break;
i
F?
нет
Составное
да
Простое
конец

Цикл с параметром

Программа:

```
var i, N:byte;
    F : Boolean;
begin
  Write('Введите N:');ReadLn(N);
  F := True;
  for i := 2 to N div 2 do
    if N mod i = 0 then begin
                            F := false;
                            break;
                          end;
  if F then write('Простое')
       else write('Составное');
  readln;
end.
```

Цикл с параметром

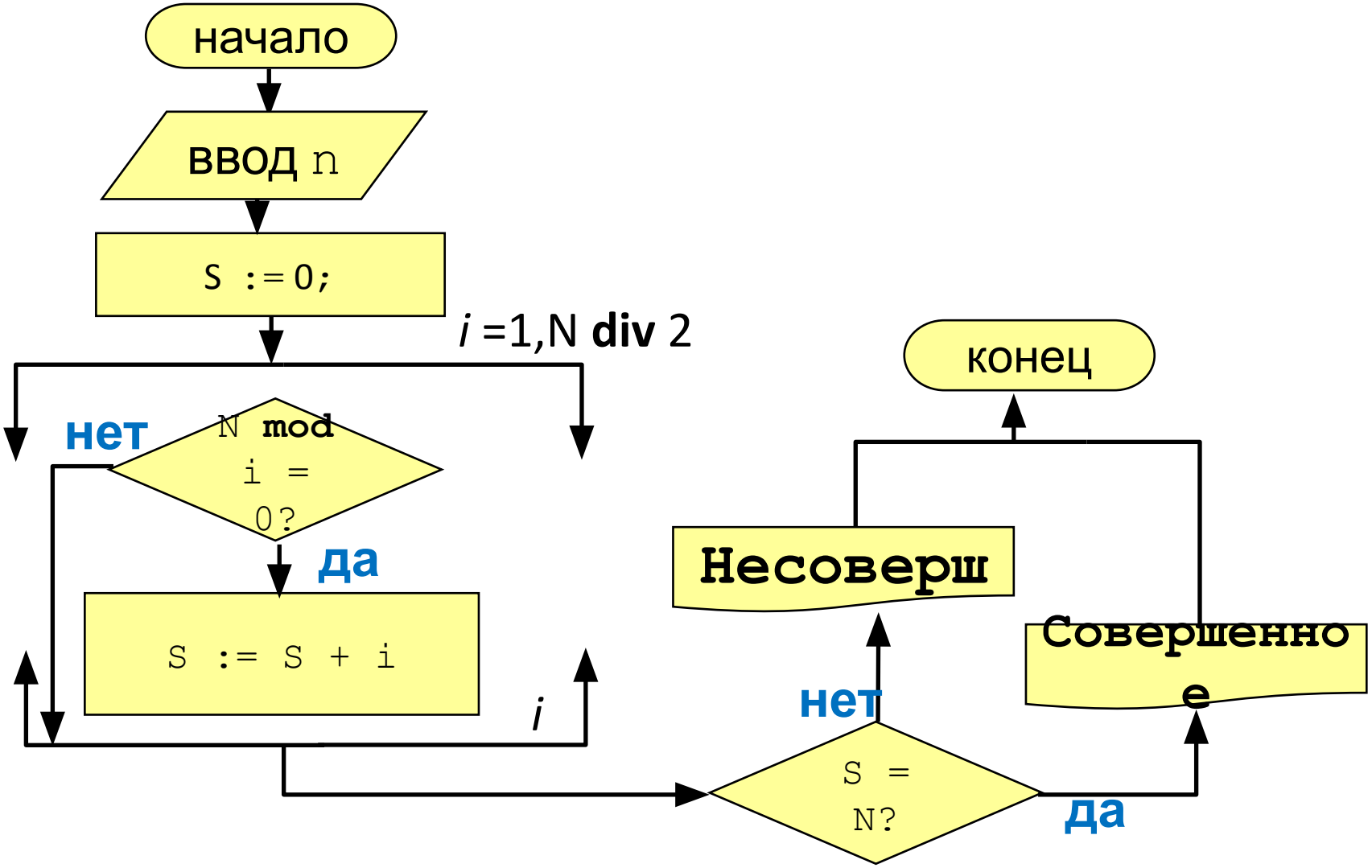
Задача: Определить, является ли число N совершенным. Совершенное число равно сумме своих делителей (кроме самого числа N)

Пример: 6 = 1 + 2 + 3

Идея: 1. Определить сумму делителей числа N

2. Сравнить сумму с N, если равны – совершенное число, иначе – нет

Алгоритм


начало
ввод n
S := 0;
i =1,N div 2
нет
N mod i = 0?
да
S := S + i
i
S = N?
нет
да
Несоверш
Совершенно е
конец

Цикл с параметром

Программа:

```
var i, N:byte;
    S : word;
begin
  Write('Введите N:');ReadLn(N);
  S := 0;
  for i := 1 to N div 2 do
    if N mod i = 0 then S := S + i;
  if S = N then write('Совершенное')
       else write('Несовершенное');
  readln;
end.
```

Цикл с параметром

Задача: Определить, количество совершенных чисел в диапазоне от 1 до 1000

Идея: 1.Запустить цикл от 1 до 1000

2. Для каждого из чисел диапазона, выполнить шаги предыдущего алгоритма

3. Если число – совершенное, увеличить счетчик на 1

Цикл с параметром

Программа:

```
var i, N:1..1000;
    S , k: word;
Begin
  k := 0;
  for N := 1 to 1000 do
    begin
      S := 0;
      for i := 1 to N div 2 do
         if N mod i = 0 then S := S + i;
      if S = N then inc(k);
    end;
WriteLn('Количество совершенных чисел =',k);
  readln;
end.
```

ЦИКЛЫ С УСЛОВИЕМ

Циклы с неизвестным числом шагов

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

Идея решения: Отсекаем последовательно последнюю цифру, увеличиваем счетчик.

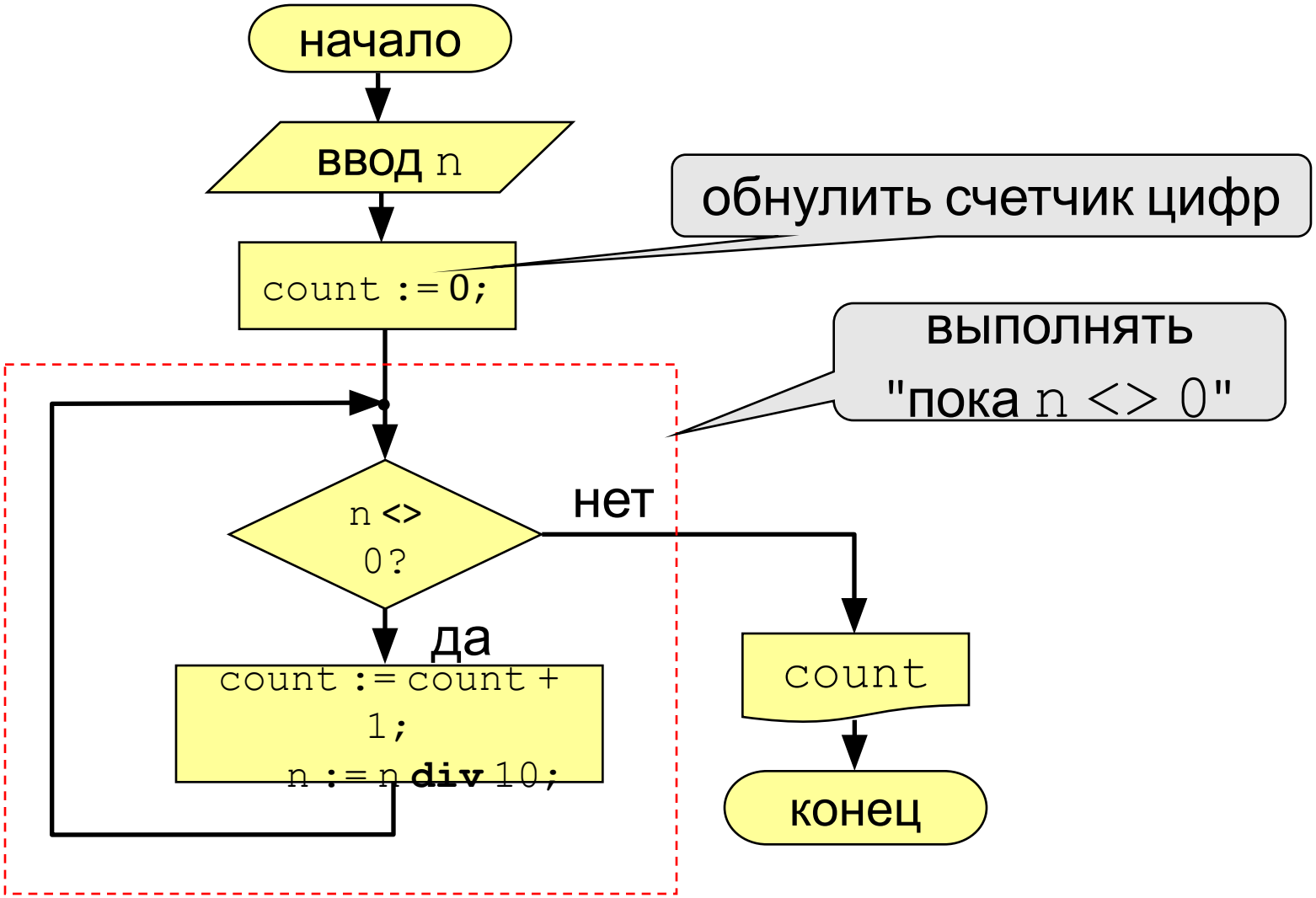
n	count
123	0
12	1
1	2
0	3

n	count
3567	0
356	1
35	2
3	3
0	4

Проблема: Неизвестно, сколько шагов надо сделать.

Решение: Надо остановиться, когда n = 0, т.е. надо делать "пока n <> 0"

Алгоритм


начало
ввод n
обнулить счетчик цифр
count := 0;
выполнять
"пока n <> 0"
n <> 0?
нет
да
count := count + 1;
n := n div 10;
count
конец

Программа

```
program qq;
var n, count, n1: integer;
begin
  writeln('Введите целое число');
  read(n); n1 := n;
  count := 0;
  while n <> 0 do begin
    count := count + 1;
    n := n div 10;
  end;
  writeln('В числе ', n1, ' нашли ',
          count, ' цифр');
end.
```

выполнять "пока n <> 0"

? Что плохо?

Цикл с предусловием

```
  while <условие> do begin
   {тело цикла}
 end;
```

Особенности:

- можно использовать сложные условия:

```
while (a<b) and (b<c) do begin
   {тело цикла}
end;
```

- если в теле цикла только один оператор, слова `begin` и `end` можно не писать:

```
while a < b do
    a := a + 1;
```

Цикл с предусловием

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 do
    a := a - b;
```

- если условие никогда не станет ложным, программа зацикливается

```
a := 4; b := 6;
while a < b do
    d := a + b;
```

Сколько раз выполняется цикл?

```
a := 4; b := 6;
while a < b do a := a + 1;
```

2 раза
a = 6

```
a := 4; b := 6;
while a < b do a := a + b;
```

1 раз
a = 10

```
a := 4; b := 6;
while a > b do a := a + 1;
```

0 раз
a = 4

```
a := 4; b := 6;
while a < b do b := a - b;
```

1 раз
b = -2

```
a := 4; b := 6;
while a < b do a := a - 1;
```

зацикливание

Замена **for** на **while** и наоборот

```
for i:=1 to 10 do
begin
   {тело цикла}
end;
```

```
i := 1;
while i <= 10 do
begin
   {тело цикла}
   i := i + 1;
end;
```

```
for i:=a downto b
do
   begin
   {тело цикла}
end;
```

```
i := a;
while i >= b do
begin
   {тело цикла}
   i := i - 1;
end;
```

Замена цикла **for** на **while** возможна всегда.

Замена **while** на **for** возможна только тогда, когда можно заранее рассчитать число шагов

Цикл с постусловием

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

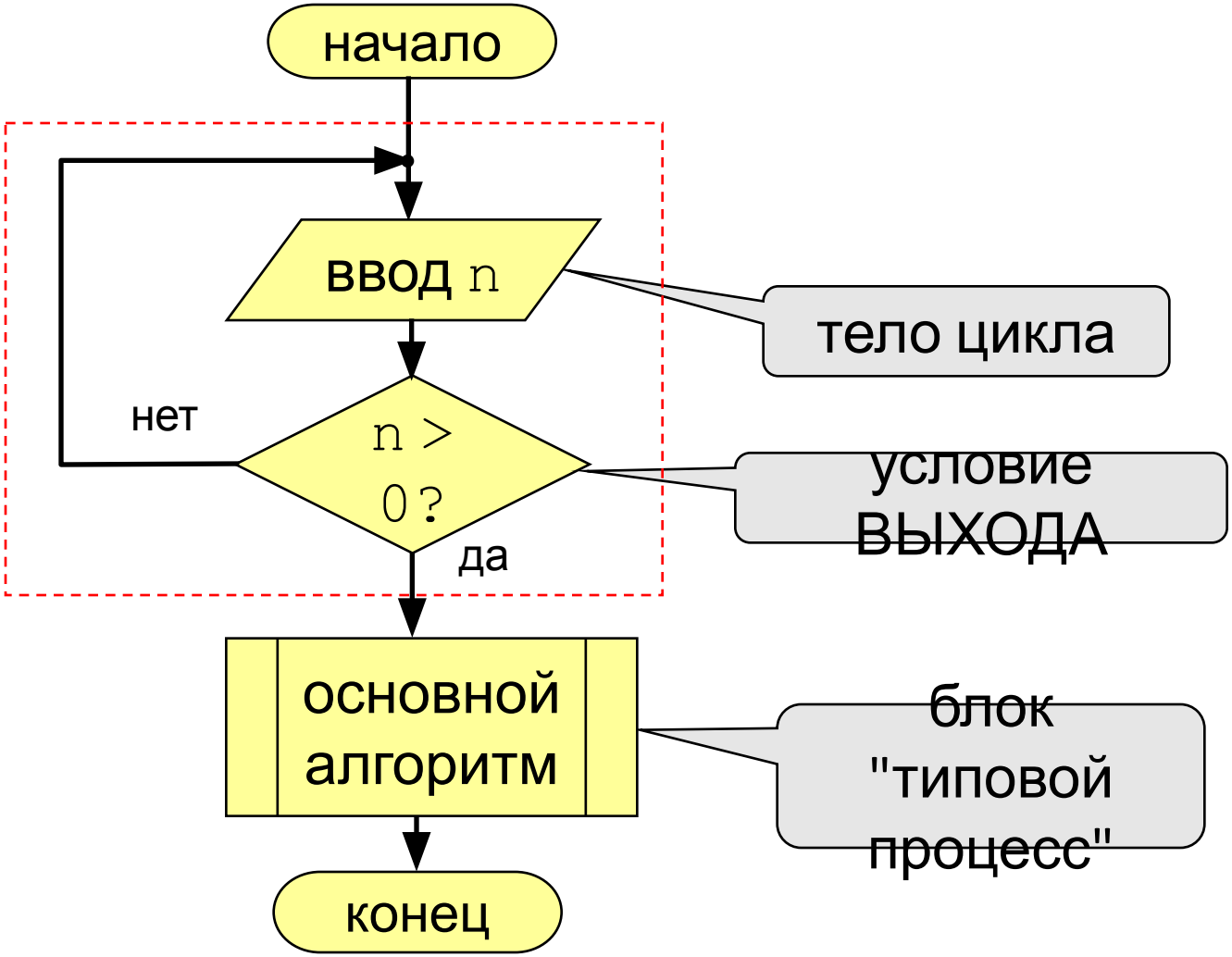
Проблема: Как не дать ввести отрицательное число или ноль?

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

Особенность: Один раз тело цикла нужно выполнить 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



Программа

```
program qq;
var n: integer;
begin
  repeat
    writeln('Введите положительное число');
    read(n);
  until n > 0;
  ... { основной алгоритм }
end.
```

условие ВЫХОДА

Программа

Особенности:

- тело цикла всегда выполняется хотя бы один раз
- после слова **until** ("до тех пор, пока не…") ставится условие ВЫХОДА из цикла
- В отличие от цикла **WHILE** цикл **REPEAT** повторяется пока условие ЛОЖНО!
- Независимо от количества операторов в теле цикла, слова `begin` и `end` можно не писать

```
a := 4; b := 6;
repeat
    d := a + b;
    a := a + 1;
until a>b;
```

2 оператора в теле цикла.
begin и end не ставятся

Сколько раз выполняется цикл?

```
a := 4; b := 6;
repeat a := a + 1; until a > b;
```

3 раза
a = 7

```
a := 4; b := 6;
repeat a := a + b; until a > b;
```

1 раз
a = 10

```
a := 4; b := 6;
repeat a := a + b; until a < b;
```

зацикливание

```
a := 4; b := 6;
repeat b := a - b; until a < b;
```

2 раза
b = 6

```
a := 4; b := 6;
repeat a := a + 2; until a < b;
```

зацикливание

Последовательности

Примеры:

- 1, 2, 3, 4, 5, …
- 1, 2, 4, 7, 11, 16, …
- 1, 2, 4, 8, 16, 32, …

$a_n = n$

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

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

$a_n = 2^{n-1}$

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

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

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

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

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

Последовательности

Задача 1: 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:

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

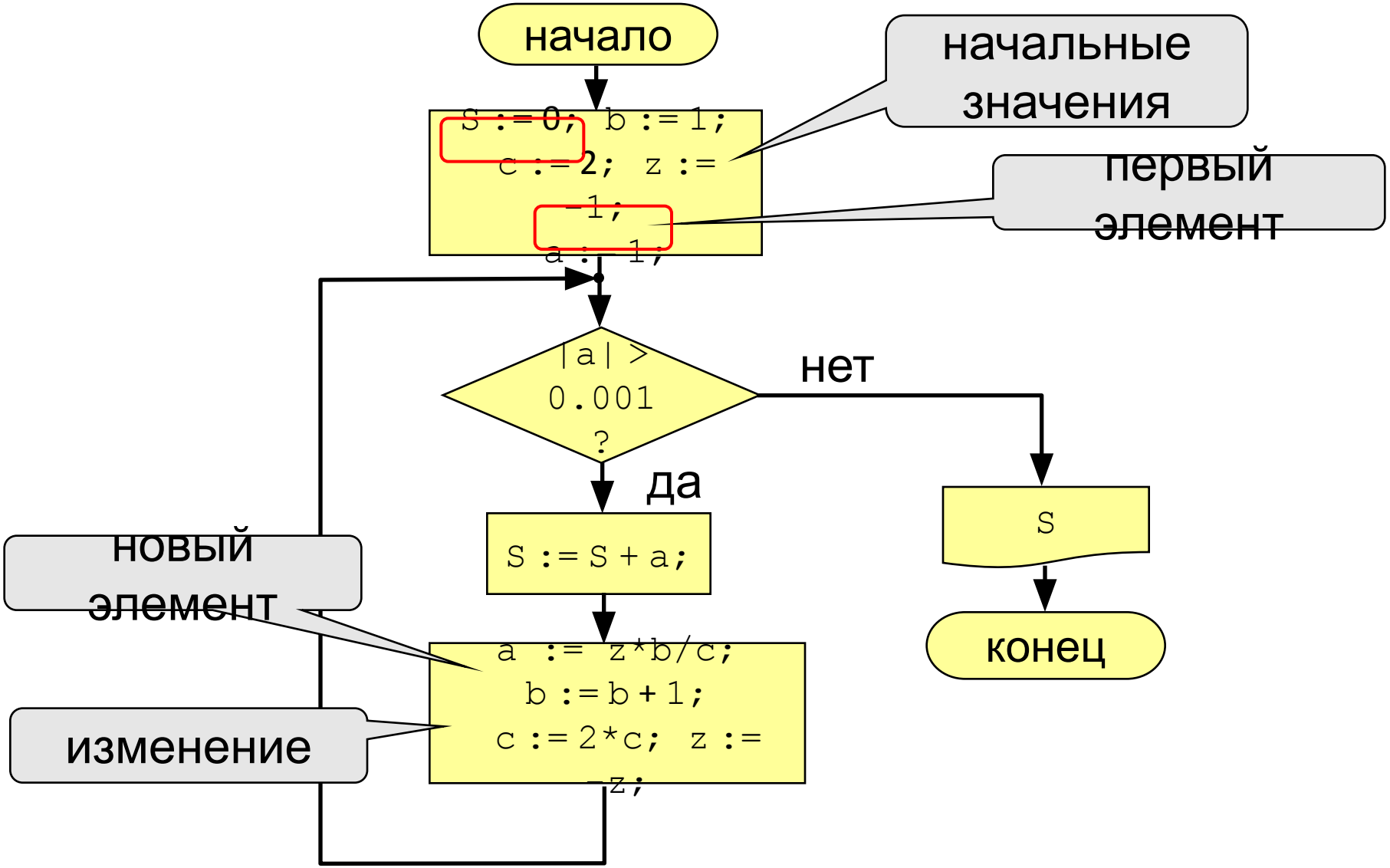
Элемент последовательности (начиная с №2):

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

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


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

Программа

```
program qq;
var b, c, z: integer;
    S, a: real;
begin
   S := 0; z := -1;
   b := 1; c := 2; a := 1;
   while abs(a) > 0.001 do begin
      S := S + a;
      a := z * b / c;
      z := - z;
      b := b + 1;
      c := c * 2;
   end;
   writeln('S =', S:10:3);
end.
```

начальные значения

увеличение суммы

расчет элемента последовательности

переход к следующему слагаемому

Последовательности

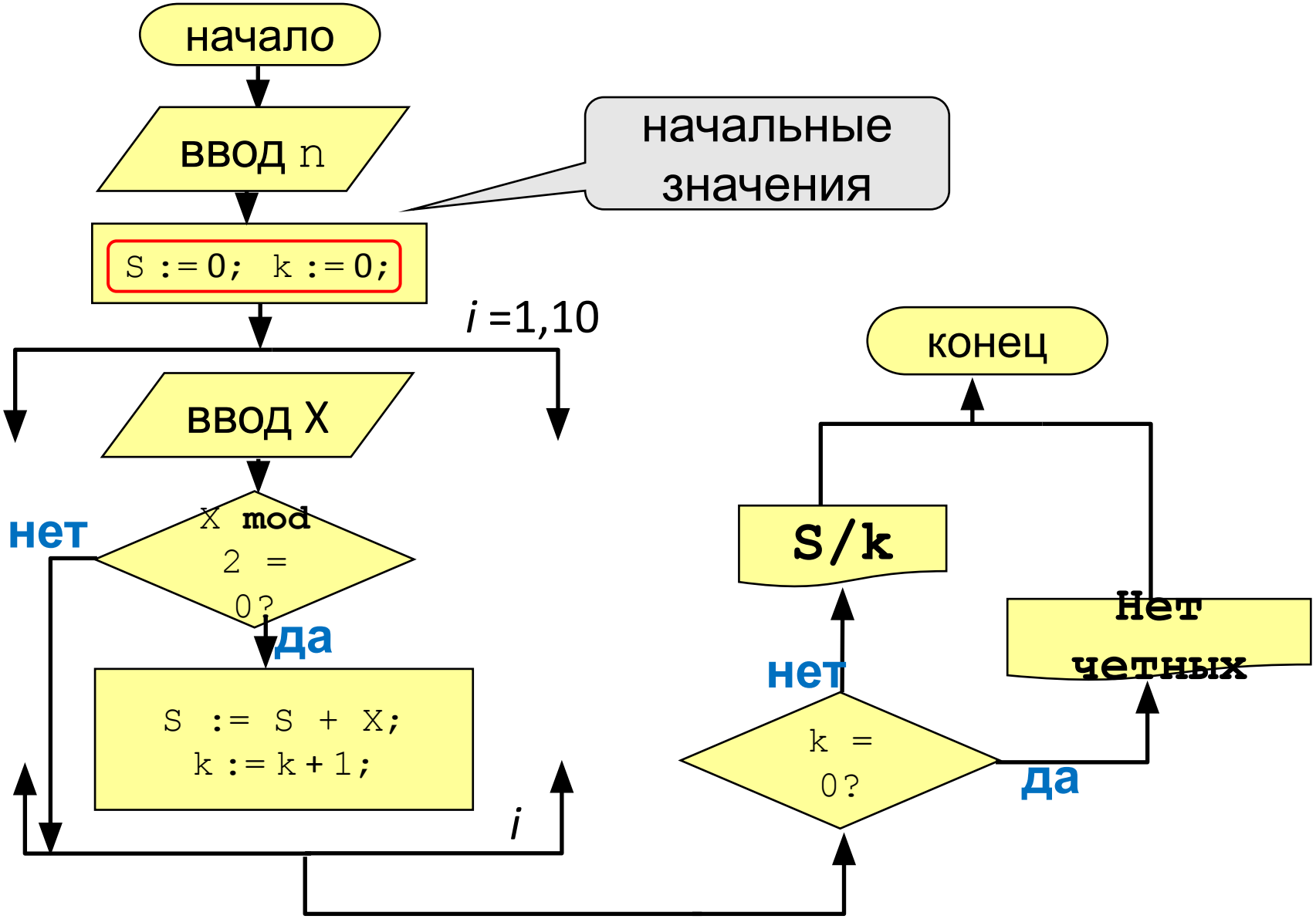
Задача 2:

Дана последовательность из *N* целых чисел. Требуется вычислить среднее арифметическое четных чисел последовательности.

Особенность: Сначала определяем *N*. Затем вводим с клавиатуры заданное количество чисел.

Для подсчета среднего арифметического потребуется вычисление суммы и количества четных элементов

Алгоритм


начало
ввод n
начальные значения
S := 0; k := 0;
i =1,10
ввод X
X mod 2 = 0?
нет
да
S := S + X;
k := k + 1;
i
k = 0?
нет
да
S/k
Нет четных
конец

Последовательности

Программа:

```
var i, N, k, X:byte;
    s: integer;
begin
  Write('Введите N:');ReadLn(N);
  s := 0; k := 0;
  for i:=1 to N do begin
    Read(X);
    if x mod 2 = 0 then
      begin inc(s,X); inc(k); end;
  end;
if k=0 then write('Нет четных чисел') else
  write('Среднее арифм.=', s/k);
  readln;
end.
```

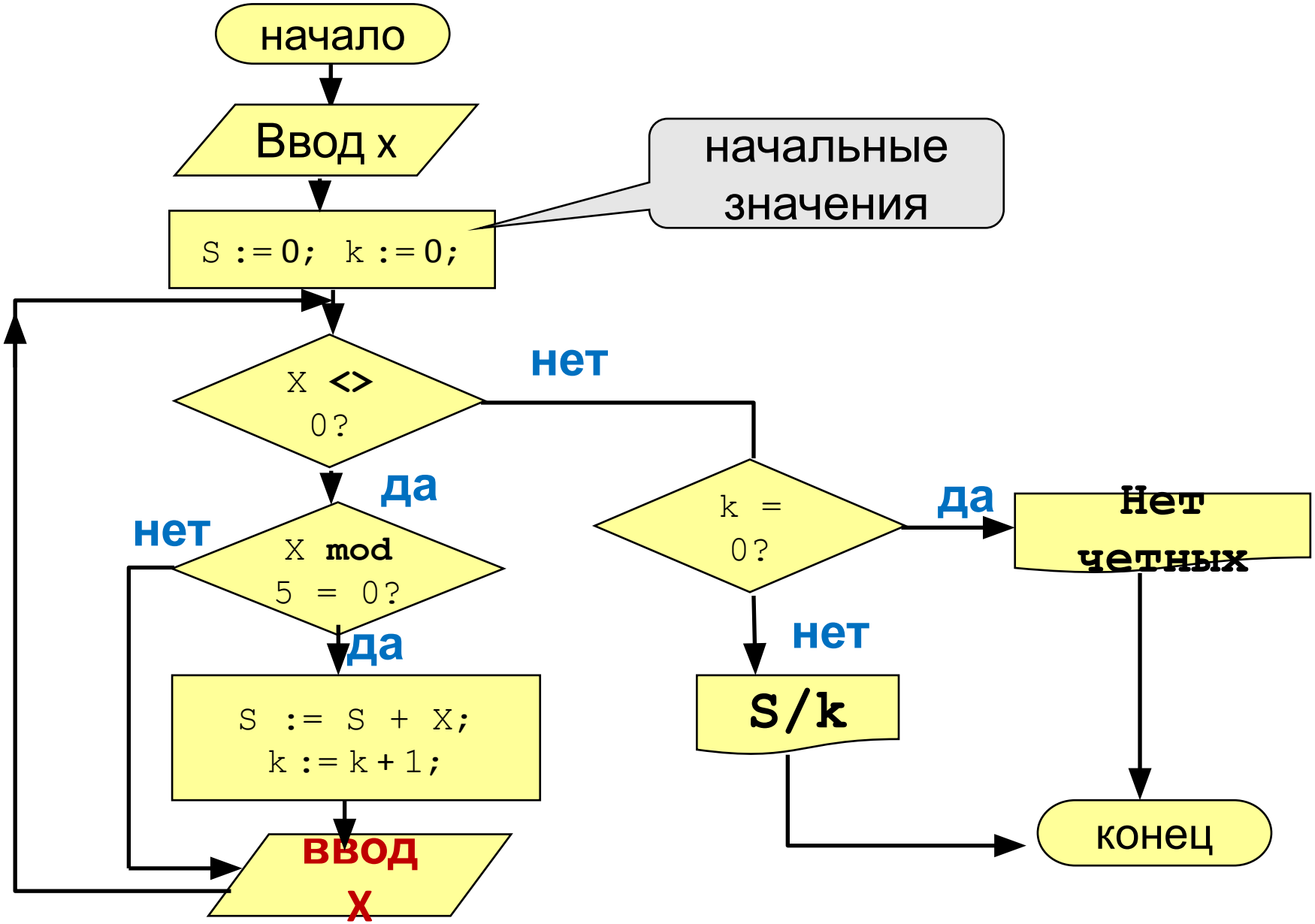
Последовательности

Задача 3:

Дана последовательность целых чисел, за которой следует ноль. Требуется вычислить среднее арифметическое кратных 5 элементов последовательности.

Особенность: Заранее неизвестно количество чисел последовательности.

Алгоритм


начало
Ввод x
начальные значения
S := 0; k := 0;
X <> 0?
нет
да
X mod 5 = 0?
нет
да
S := S + X;
k := k + 1;
ввод X
k = 0?
да
Нет четных
нет
S/k
конец

Последовательности

Программа:

```
var i, N, k, X:byte;
    s: integer;
begin
  Write('Введите X:');ReadLn(X);
  s := 0; k := 0;
  while x<>0 do begin
    if x mod 5 = 0 then begin
              inc(s,X); inc(k); end;
    Read(X);
  end;
if k=0 then write('Нет четных чисел') else
 write('Среднее арифм.=', s/k);
  readln;
end.
```