Лекция №5

# Циклические алгоритмы

# План лекции

1. Оператор безусловного перехода
2. Повторяющиеся действия
3. Циклы с предусловием
4. Циклы с постусловием
5. Циклы со счетчиком
6. Сложноциклические структуры
7. Решение задач.

# Оператор безусловного перехода

Оператор безусловного перехода – **goto.**

goto <метка>;

Для его использования, необходимо описать **метки** в разделе описаний, на которые будет осуществляться переход.

```
Label
    metka1, metka2;
```

Меткой может быть число от 1 до 9999, либо последовательность латинских букв и цифр.

# Оператор безусловного перехода

Оператор перехода предназначен для указания того, что выполнение программы должно продолжаться с точки программы, обозначенной меткой, значение которой стоит в операторе перехода. Метка в тексте программы располагается непосредственно перед помеченным оператором и отделяется от него двоеточием.

Пример:

```
.....
goto m1;
.....
.....
m1: write (a,b);
....
```

# Оператор безусловного перехода

Пример использования оператора безусловного перехода:

```
Label
        m1, m2;
Var
        a,b,c : real;
Begin
        read (a,b);
        if b=0 then
                goto m1;
        c:=a/b;
        write (c);
        goto m2;
        m1 : write (‘На 0 делить нельзя !’);
        m2:
        End.
```

```
Var
        a,b,c : real;
Begin
                read(a,b);
        if b=0 then
           write (‘На 0 делить нельзя!’)
                else
                        begin
                   c:=a/b;
                   write (c);
                end
                        End.
```

Из пример очевидна неэффективность использования оператора безусловного перехода.

# Циклический алгоритм

**Циклический алгоритм** реализует повторение некоторых действий. Иными словами циклические алгоритмы включают в себя циклы.

**Циклом** называется последовательность действий, выполняемых многократно, каждый раз при новых значениях параметров.

# Повторяющиеся действия

Повторяющиеся действия можно реализовать с помощью условного оператора и оператора безусловного перехода.

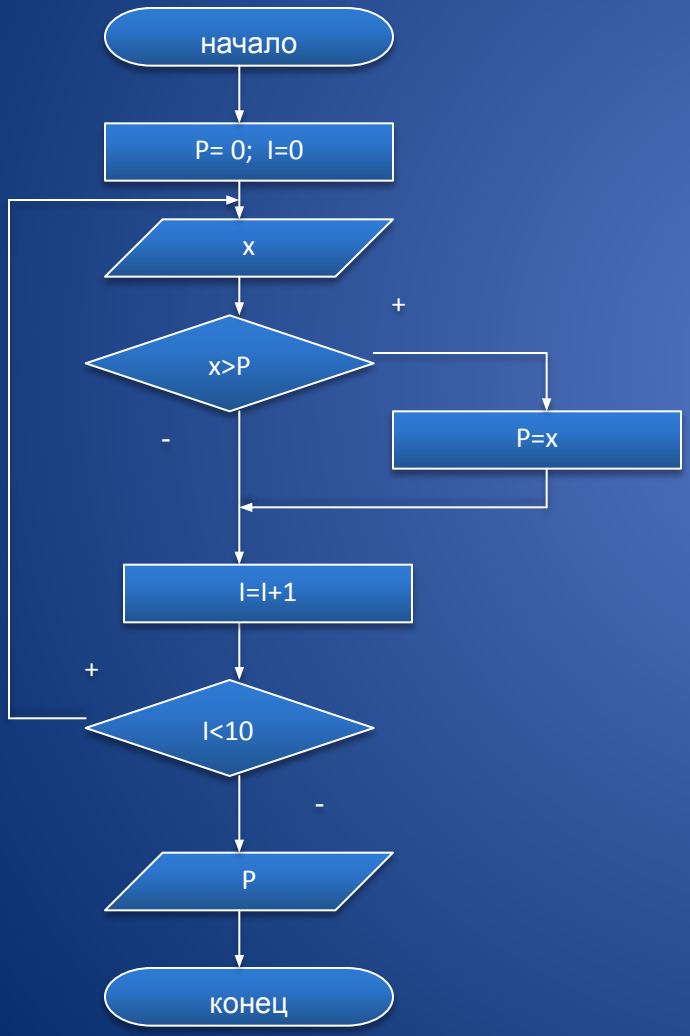
Так как язык Паскаль является структурным языком, использование операторов безусловного перехода считается не совсем уместным в Паскаль-программах, однако для того чтобы рассмотреть организацию циклических алгоритмов с помощью разветвляющейся структуры с безусловным переходом рассмотрим один из примеров.

# Повторяющиеся действия

**Задача 1.**
Найти максимальное число из десяти положительных чисел.

Решение задачи можно построить по следующему алгоритму:
1) i=0
2) p=0
3) задать очередное значение x
4) если x>p, то  p=x
5) i=i+1
6) если i<10 перейти к пункту 3.
7) выдать значение p

# Повторяющиеся действия




```
Label
        m1;
Var
        p, i, x : integer;
Begin
        p:=0; i:=0;
        m1 : read(x);
        if x>p then
                p:=x;
        inc(i);
        if i<10 then
                goto m1;
        writeln (p);
End.
```

# Повторяющиеся действия

В данном примере продемонстрированы повторяющиеся действия **(циклические, цикл).**

**Телом цикла** называют те операторы, которые повторяются.

```
...
m1 : read(x);
if x>p then
        p:=x;
inc(i);
if i<10 then
        goto m1;
...
```

**Управляющей переменной цикла** называют переменную, от которой зависит количество повторений.

В нашем примере, управляющей переменной цикла является переменная **i**.

# Операторы цикла

На языке Паскаль различают следующие операторы цикла:

- Циклы с предусловием ( while );
- Циклы с постусловием ( repeat … until );
- Циклы со счетчиком ( for ).

# Циклы с предусловием

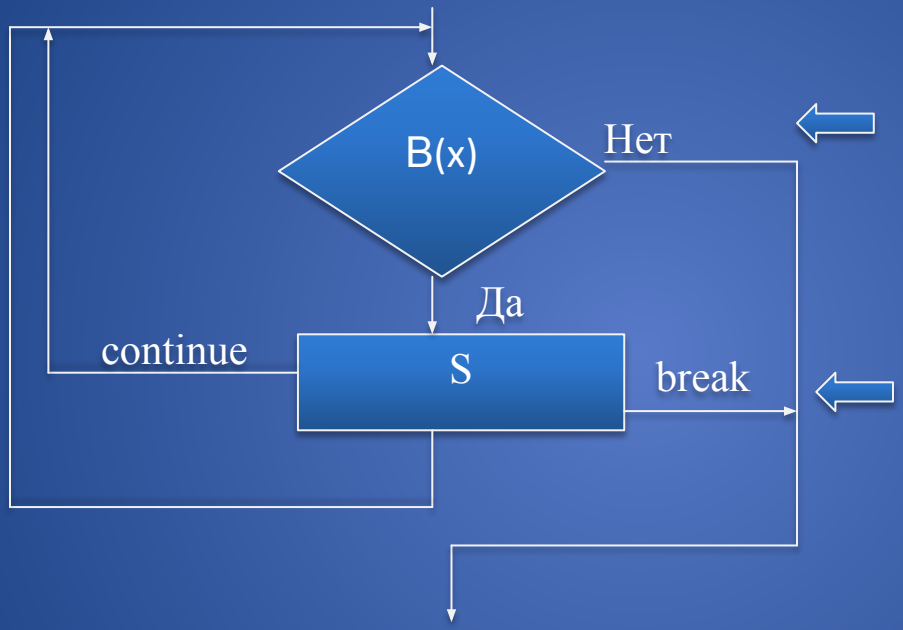
**While** – это оператор цикла итеративного типа с предусловием, так как в нем анализ конца цикла производится до выполнения операторов тела цикла. Он используется, когда количество повторений операторов тела цикла заранее неизвестно и определяется в процессе выполнения цикла.

По операторам **continue** и **break** можно перейти на анализ условия конца цикла или первый оператор после цикла соответственно.

```
while <логическое выражение> do
 begin
        <тело цикла, состоящее из группы операторов>
 end;
```

Таким образом, организовывать повторяющиеся (циклические) действия в программе будет более правильно без использования операторов безусловного перехода.

# Циклы с предусловием




**Условие при котором выполняются итерации цикла**

**Тело цикла**

```
while  B(x) do
    S;
```

где B(x) – логическое выражение , в том случае, когда это выражение будет иметь значение Ложь, произойдет выход из цикла;

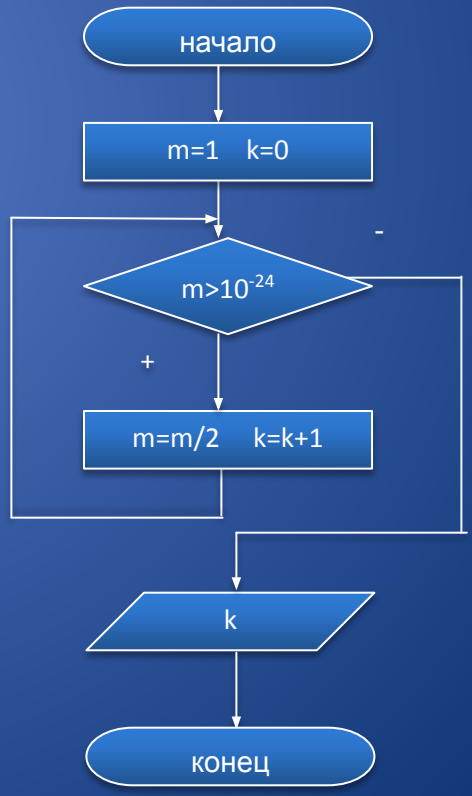
S – один оператор, простой или составной; он должен включать операторы тела цикла, в том числе оператор изменения операторов логического выражения B(x)

# Циклы с предусловием

**Задача 2.**

Лист бумаги делят пополам, полученную половину снова делят пополам и т.д. Определить, какое количество делений потребуется, для того чтобы получить частицу размером с атом. Начальная масса листа 1 грамм, масса атома $10^{-24}$ грамм.

```
Var
        m,ma : real;
        k :integer;
Begin
k:=0;
m:=1;
ma:=1e-24;
while m>ma do
        begin
        m:=m/2;
        inc (k);
        end;
writeln (k)
End.
```



# Циклы с предусловием

При использовании цикла с предусловием надо помнить следующее:

- значение условия выполнения цикла должно быть определено до начала цикла;
- если значение условия истинно, то выполняется тело цикла, после чего повторяется проверка условия. Если условие ложно, то происходит выход из цикла;
- хотя бы один из операторов, входящих в тело цикла, должен влиять на значение условия выполнения цикла, иначе цикл будет повторяться бесконечное число раз.

# Циклы с предусловием

**Задача 2.**

Определить значение суммы $S=1/x_1+1/x_2+...1/x_n$, где n – количество слагаемых.

```
Var
        s, x : real;
        i, n :integer;
Begin
i:=0; s:=0;
read (n);
while i<n do
        begin
        inc (i);
        read (x);
        s:=s+1/x;
        end;
writeln (s)
End.
```

Как будет работать программа, если пользователь введет x=0?

# Циклы с предусловием

Программа завершит выполнение с сообщением об ошибке (Деление на 0).

```
Var
        s, x : real;
        i, n :integer;
Begin
i:=0; s:=0;
read (n);
while i<n do
        begin
        inc (i);
        read (x);
        if x=0 then
                break;
        s:=s+1/x;
        end;
writeln (s)
End.
```

```
Var
        s, x : real;
        i, n :integer;
Begin
i:=0; s:=0;
read (n);
while i<n do
        begin
        inc (i);
        read (x);
        if x=0 then
                continue;
        s:=s+1/x;
        end;
writeln (s)
End.
```

# Циклы с предусловием

В случае использования оператора **break** исполнение программы завершится, т.е. произойдет выход из цикла и вывод накопленной суммы до введенного значения x=0.

В случае использования оператора **continue** произойдет переход на выполнение первого оператора тела цикла, и как следствие будет пропущены операторы стоящие после continue в теле цикла. Таким образом будет пропущена операция деления на 0.

Операторы **break** и **continue** могут использоваться так же и в других циклах : циклах с постусловием и циклах со счетчиком.

# Циклы с постусловием

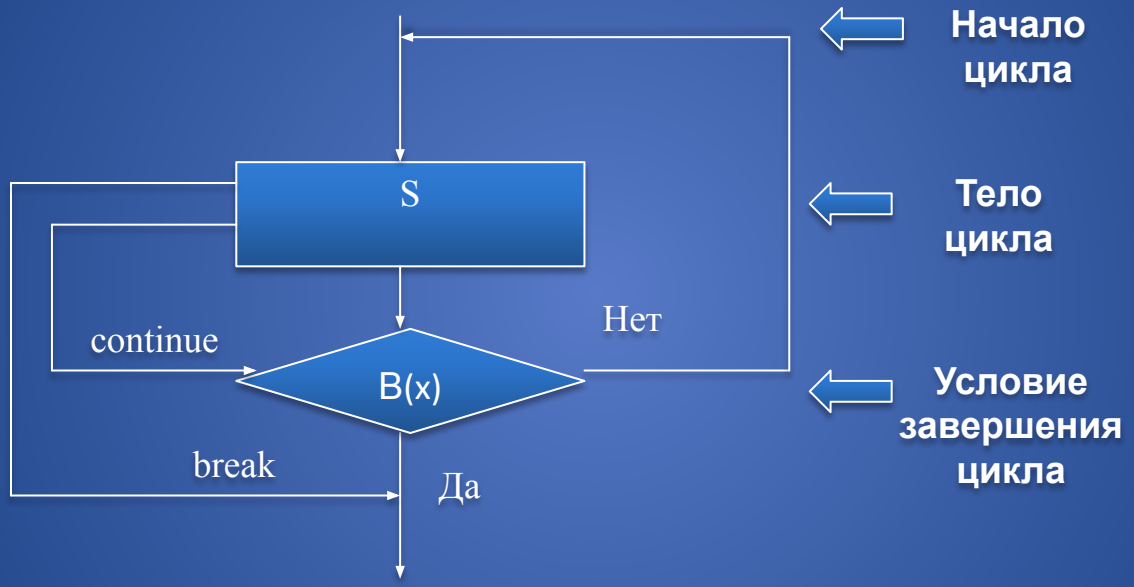
**Repeat … until** – это оператор цикла итеративного типа с постусловием, так как в нем анализ конца цикла производится после выполнения операторов тела цикла. Он используется, когда количество повторений операторов тела цикла заранее неизвестно и определяется в процессе выполнения цикла. Операторы тела цикла выполняются хотя бы 1 раз.

**repeat**

‹операторы тела цикла›

**until** ‹логическое выражение›

# Циклы с постусловием




```
repeat
S;
until B(x);
```

где B(x) – логическое выражение, при истинности которого происходит выход из цикла;

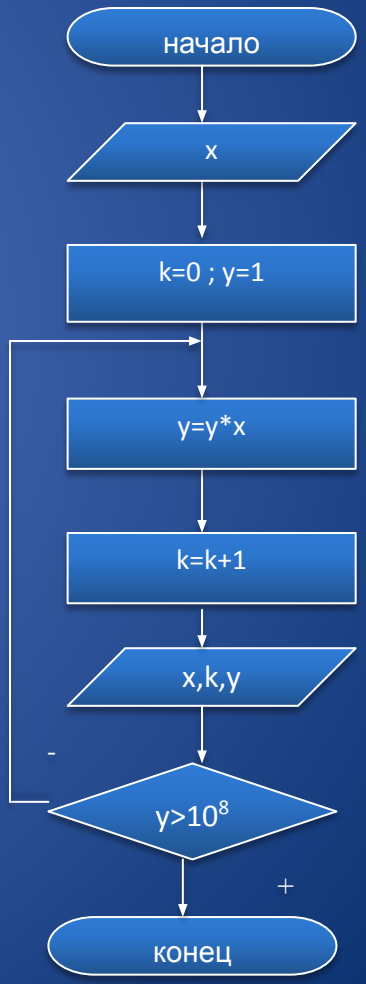
S – один или несколько операторов тела цикла.

# Циклы с постусловием

**Задача 3.**

Дано x>1. Вычислить и вывести степени x. Вычисления производятся до тех пор, пока вычисляемое значение не станет более $10^8$

```
Var
        k,x : integer;
        y : longint;
Begin
read (x);
k:=0;
y:=1;
repeat
        y:=y*x;
        inc (k);
```



# Сравнение циклов с постусловием и предусловием

Есть небольшое отличие в организации цикла **repeat** по сравнению **с while**: для выполнения в цикле repeat нескольких операторов не следует помещать эти операторы в операторные скобки begin ... end. Зарезервированные слова repeat и until действуют как операторные скобки.

# Сравнение циклов с постусловием и предусловием

Конструкция **repeat ... until** работает аналогично циклу **while**. Различие заключается в том, что цикл while проверяет условие до выполнения действий, в то время как repeat проверяет условие после выполнения действий. это гарантирует хотя бы одно выполнение действий до завершения цикла.

Так же истинность логического выражения в операторе repeat ... until свидетельствует о завершении цикла, тогда как в операторе while – выполнение тела цикла.

# Циклы со счетчиком

**Циклы со счетчиком** составляют такую конструкцию, в которой выполнение исполнительной части должно повторяться заранее определенное число раз.

Циклы со счетчиком используются довольно часто, и поэтому в языке Паскаль для этих целей имеется специальная конструкция.

**for** <управл. переменная цикла> **:=**<нач. зн-е> **to/downto** <кон. зн-е> **do**
<один оператор, являющийся телом цикла>

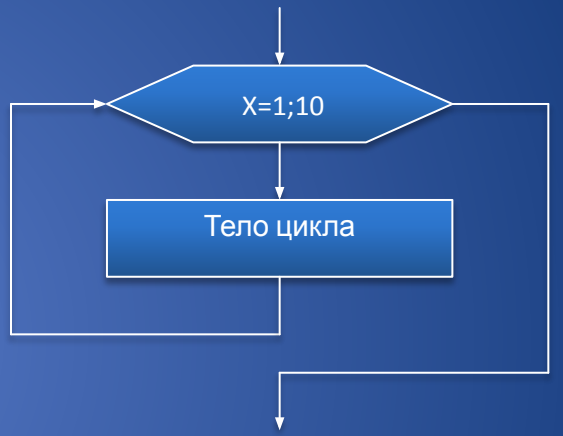
**to** – используется при шаге изменение управляющей переменной цикла равном 1.

**downto** – используется при шаге изменение управляющей переменной цикла равном -1.

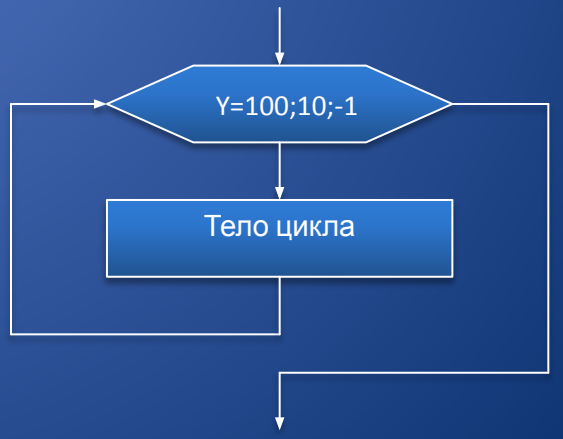
# Циклы со счетчиком

**Примеры :**

```
for  x:=1 to 10 do
     begin
     ....
     end;
```




```
for  y:=100 downto 10 do
     begin
     ....
     end;
```

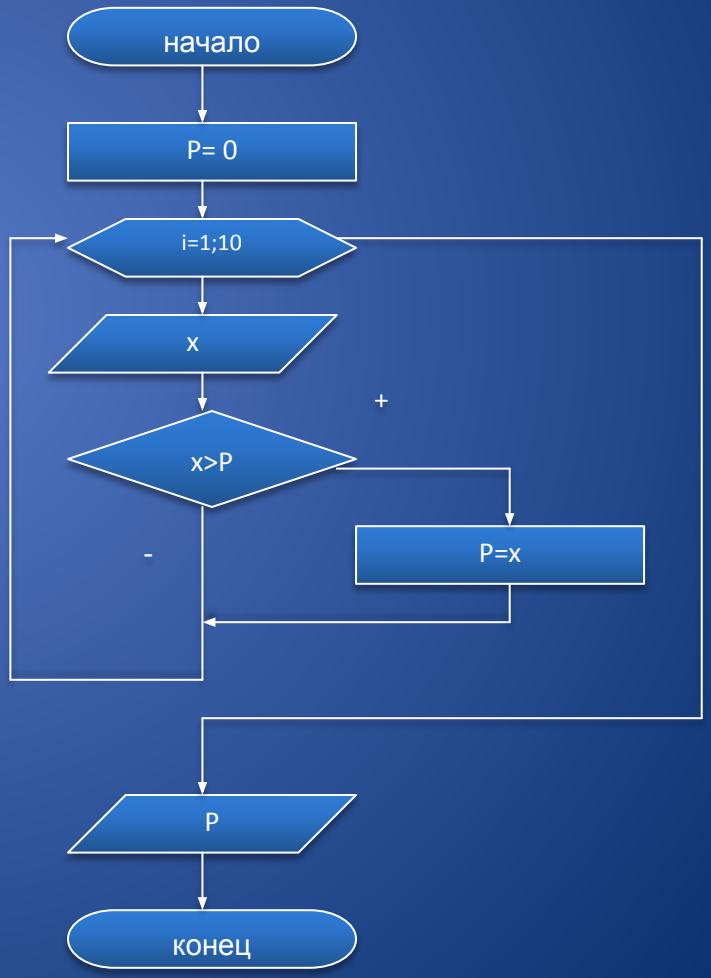


# Циклы со счетчиком

**Задача 4.**

Найти максимальное число из десяти положительных чисел.

```
Var
      p, i, x : integer;
Begin
p:=0;
for  i:=1 to 10 do
       begin
      read (x);
      if x>p then
            p:=x;
      end;
writeln(p);
End.
```



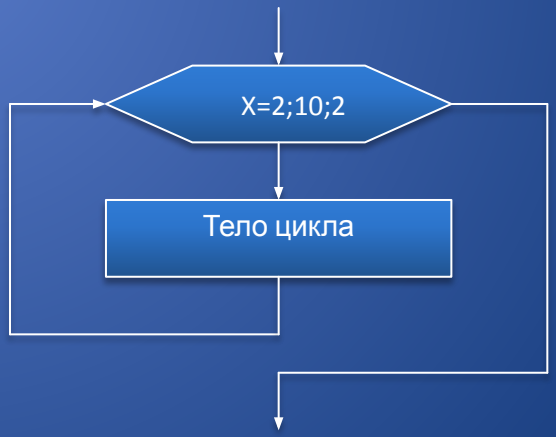
# Циклы со счетчиком

Управляющая переменная цикла со счетчиком не может быть вещественного типа.

В тех случаях, когда тело цикла выполняется заданное, известное количество итераций, но шаг цикла отличен от 1 или –1, то используют циклы while, repeat … until.

Пример:

```
…
x:=0;
repeat
      x:=x+2;
      …
until x=10;
…
```



# Ситуации «зацикливания»

Рассмотрим несколько примеров циклов :

1)
```
for i:=100 to 10 do
    ....
```

2)
```
while true do
    ....
```

3)
```
x=5;
repeat
inc (x);
 ...
until x<2;
```

4)
```
y:=10;
while y>5 do
    begin
    ...
    y:=y+2;
    end;
```

Такие циклы будут выполняться, до тех пор пока не будет прервано исполнение такой «зацикленной» программы. Эту ситуацию можно разрешить используя оператор **break** в теле цикла. Однако всегда следует следить за тем, чтобы циклы завершались корректно, т.е. в циклах были установлены такие параметры, которые бы не приводили к «зацикливанию».

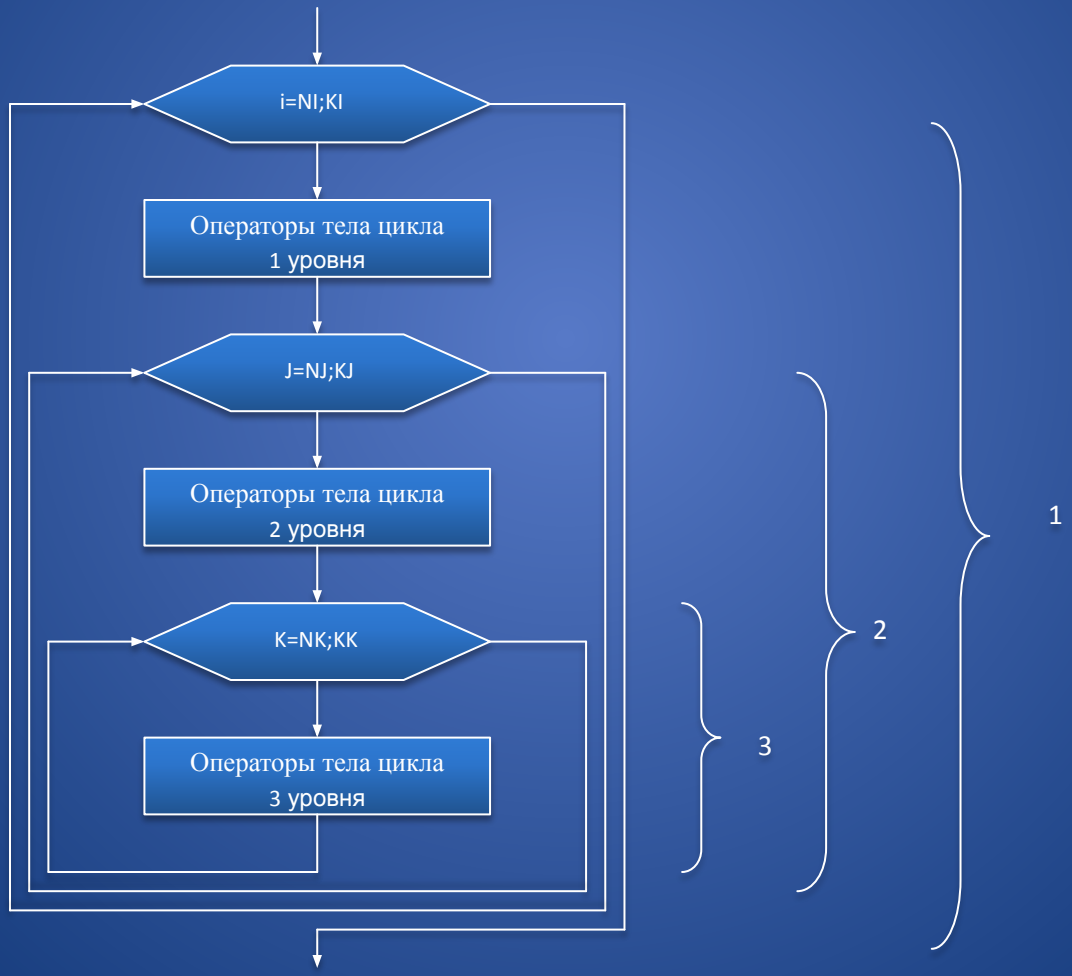
# Сложноциклические структуры

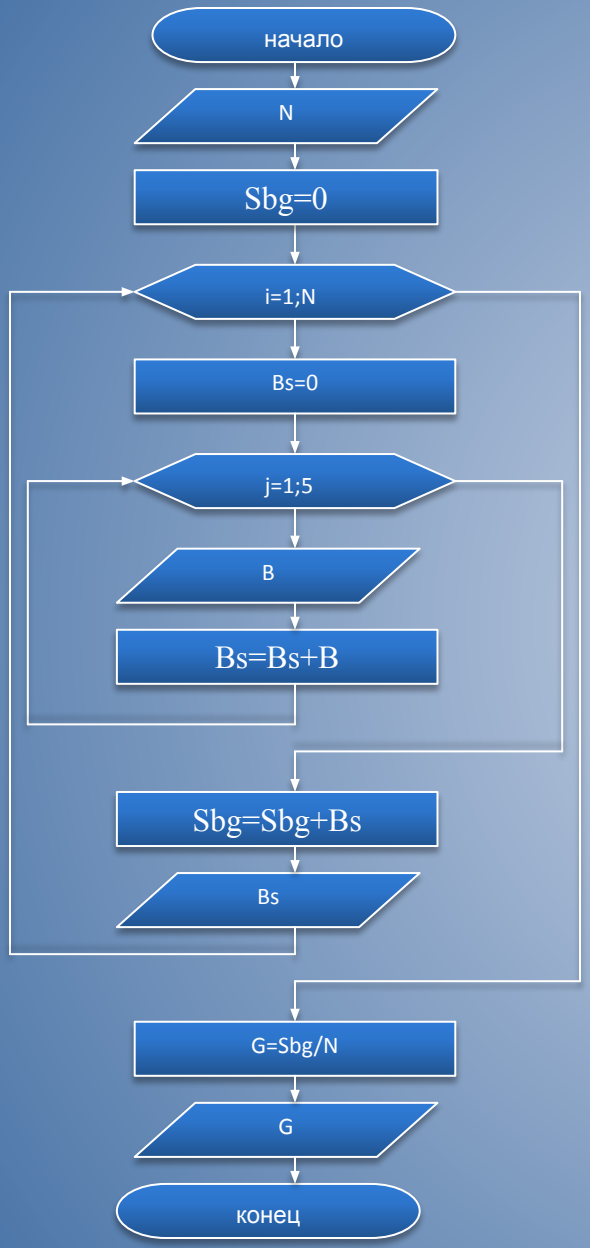
Циклы могут быть **простые** и **вложенные (кратные, циклы в цикле)**. Для решения многих задач так же используют структуру вложенных циклов, которую и называют **сложноциклической**. Вложенными могут быть циклы любых типов : for, while, repeat … until.

Пример :

```
…
for x:=1 to 10 do
        begin
        ….
        for  y:=1 to 5 do
                begin
                …
                end;
        …
        end;
…
```

# Сложноциклические структуры






**Задача 5.** Подсчитать рейтинг (суммарный балл) каждого студента по информатике при решении 5 задач. Определить средний балл группы из N студентов.

# Сложноциклические структуры

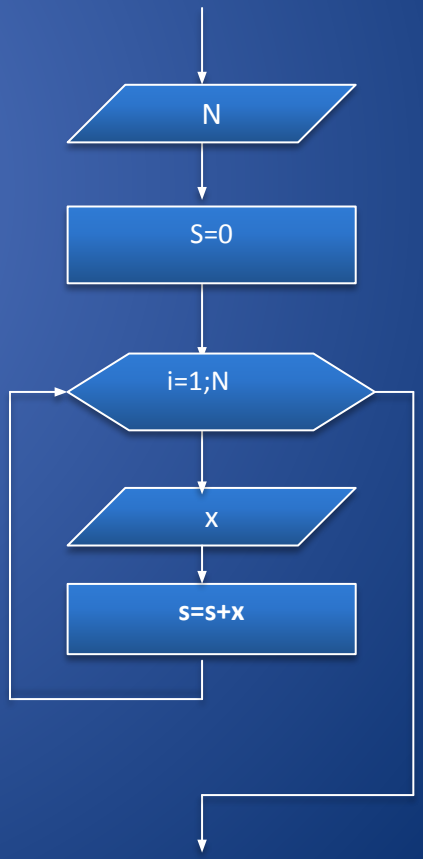
```
Var
        i, j, n: integer;
        b, bs, sbg, g: real;
Begin
writeln (‘Введите количество учеников : ‘);
read (n);
sbg:=0;
for  i:=1  to n do
        begin
        writeln (‘ Введите баллы ‘,i ,-го ученика’);
        bs:=0;
        for  j:=1 to 5 do
                begin
                printf (‘ Количество баллов за решение ‘,j, ‘-й задачи.
        ‘);
                read (b);
                bs:=bs+b;
                end;
        writeln
        (‘-------------------------------------------------------
        -------’);
        writeln (‘ Суммарный балл ‘, i , ‘-го ученика равен ‘ ,bs:6:2);
        writeln
        (‘-------------------------------------------------------
        -------’);
        sbg:=sbg+bs;
        end;
g:=sbg/n;
writeln (‘**********************************’);
writeln (‘ Средний балл группы равен ‘,g:6:2,’ балла’);
writeln (‘**********************************’);
End.
```

# Решение задач

**Задача 6.**

Вычислить $S = \sum_{i=1}^{n} x_i$, где $x_i$ – i-тый член суммы.

```
Var
s, i, n : integer;
Begin
read (n);
s:=0;
for i:=1 to n do
      begin
      read (x);
      s:=s+x;
      end;
write (s);
End.
```

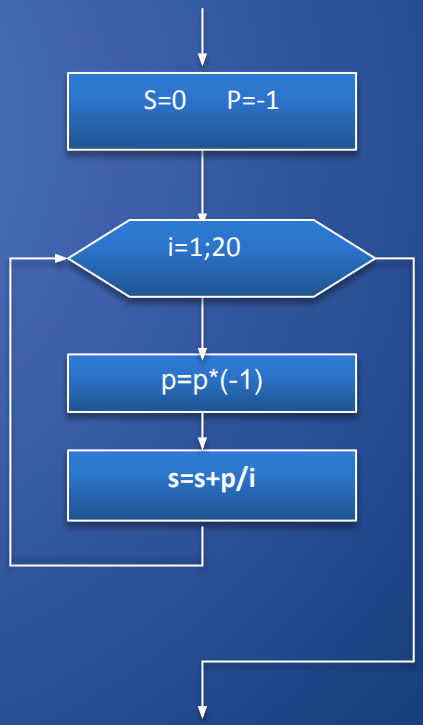


# Решение задач

**Задача 7.**

Вычислить знакопеременную сумму $S = 1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{3} - \frac{1}{4} + \ldots + \frac{1}{18} - \frac{1}{19} + \frac{1}{20}$

```
Var
 i, p : integer;
s: real;
Begin
s:=0;
p:=-1;
for i:=1 to 20 do
        begin
        p:=p*(-1);
        s:=s+p/i;
        end;
write (s);
End.
```

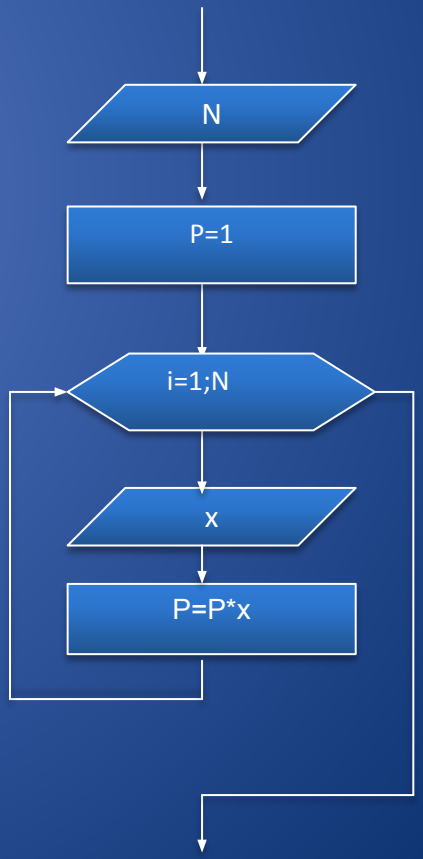


# Решение задач

**Задача 8.**

Вычислить $P = \prod_{i=1}^{n} x_i = x_1 * x_2 * \ldots\ldots * x_n$

```
Var
p, i, n : integer;
Begin
read (n);
p:=1;
for i:=1 to n do
      begin
      read (x);
      p:=p*x;
      end;
write (p);
End.
```

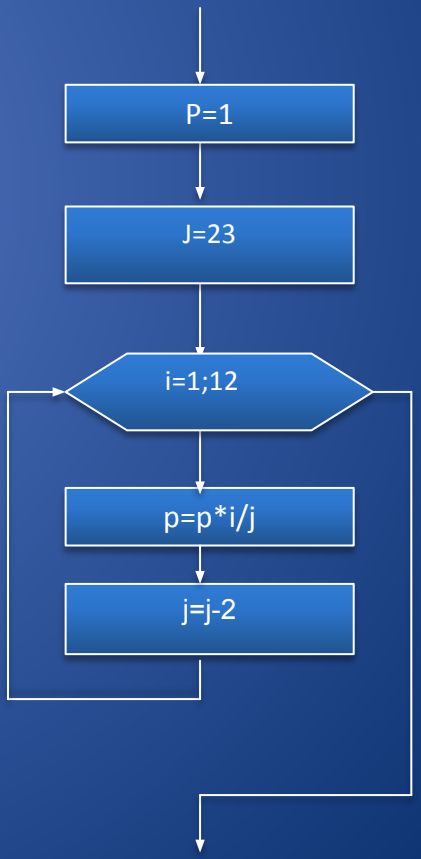


# Решение задач

**Задача 9.**

Вычислить $P = \frac{1}{23} * \frac{2}{21} * \frac{3}{19} * \ldots * \frac{10}{5} * \frac{11}{3} * 12$

```
Var
i, j : integer;
p: real;
Begin
p:=1;
j:=23;
for i:=1 to 12 do
      begin
      p:=p* i / j;
      j:=j-2;
      end;
write (p);
End.
```

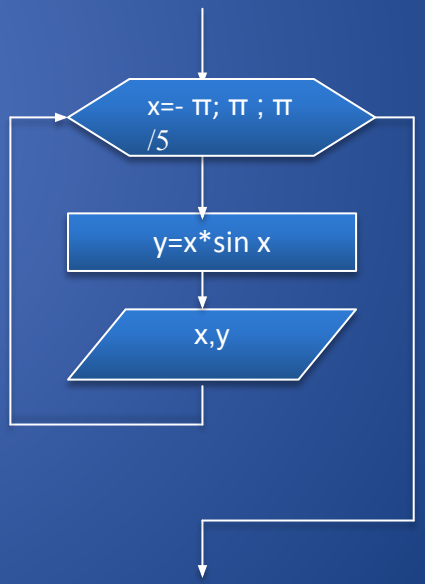


# Решение задач

**Задача 10.**

Напишите программу табулирования функции для получения таблицы функции y=x*sin(x) при изменении x на отрезке от - π до π с шагом π /5 .

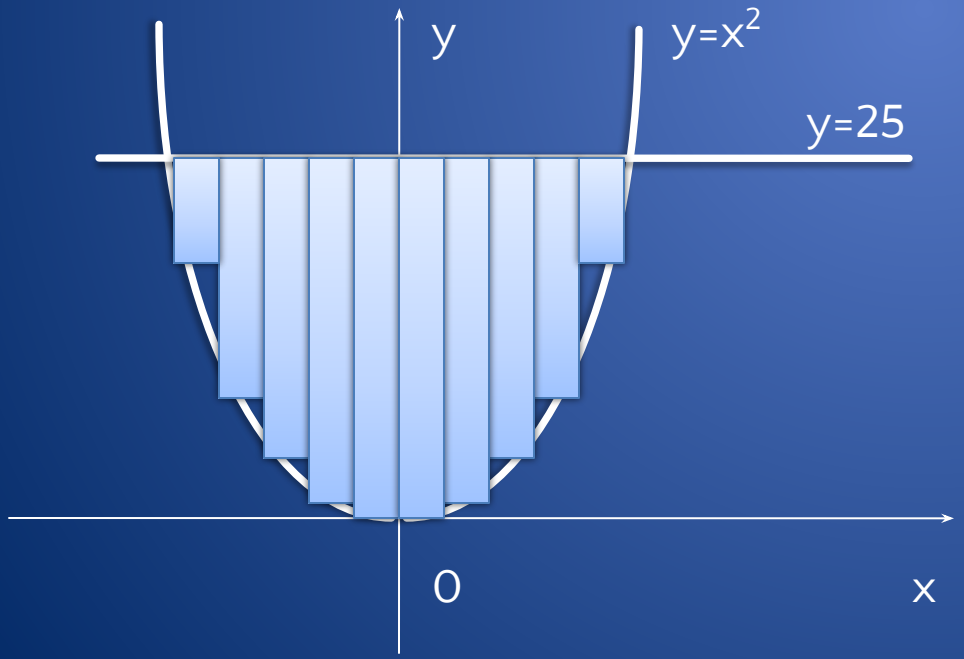
```
Var
x,y: real;
Begin
x:=-3.14;
repeat
      y:=x*sin(x);
      writeln (x:6:2, ' | ' , y:6:2);
      x:=x+pi/5;
until x>3.14;
End.
```



# Решение задач

**Задача 11.**

Вычислить приближенно площадь фигуры, ограниченной функцией $y=x^2$ и прямой $y=25$, разбивая отрезок изменения x на 10 частей и суммируя площади прямоугольников с основаниями равными 1/10 отрезка изменения x, и высотой, определяемой значением функции в середине основания.




$$\begin{cases} y = 25 \\ y = x^2 \end{cases} \Rightarrow x = \pm 5$$

Т.к. высота определяется в середине основания прямоугольника, тогда x должен изменяться от -4.5 до 4.5 вследствие того, что $h=1$

$h=|-5-5|/10=1$

Высота прямоугольника $L=25-x^2$

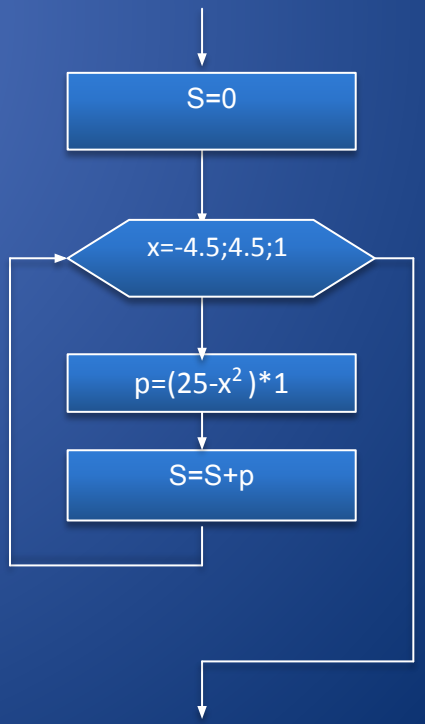
Площадь прямоугольника $P=h*L=(25-x^2)*1$

# Решение задач

**Задача 11.**

Вычислить приближенно площадь фигуры, ограниченной функцией $y=x^2$ и прямой $y=25$, разбивая отрезок изменения x на 10 частей и суммируя площади прямоугольников с основаниями равными 1/10 отрезка изменения x, и высотой, определяемой значением функции в середине основания.

```
Var
        s, x, p : real;
Begin
s:=0;
x:=-4.5;
while x<=4.5 do
        begin
        p:=25-sqr(x);
        s:=s+p;
        x:=x+1;
        end;
writeln (s);
End.
```

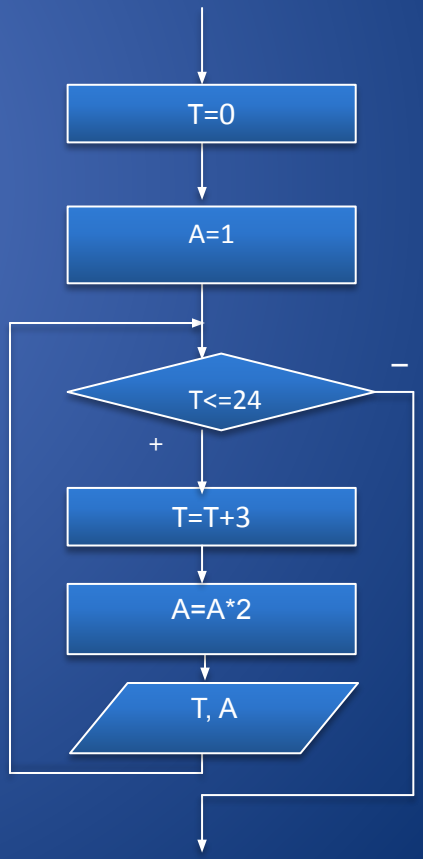


# Решение задач

**Задача 12.**

Одноклеточная амеба каждые 3 часа делится на 2 клетки. Определить сколько клеток будет через 3,6,9,12, … , 24 часа.

```
Var
a,t : integer;
Begin
t:=0;
a:=1;
while t<=24 do
      begin
      t:=t+3;
      a:=a*2;
      writeln (‘через ‘,t,’час. будет ‘,a,’амеб’) ;
      end;
End.
```

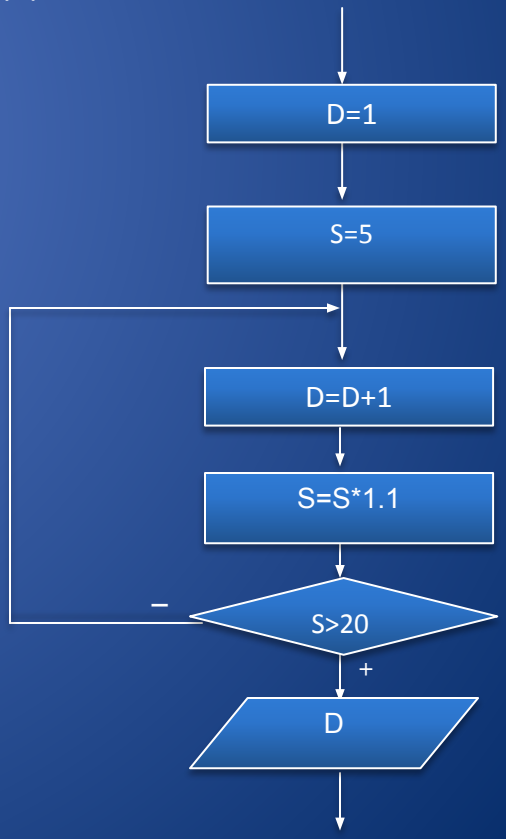


# Решение задач

**Задача 13.**

Начав тренировки, спортсмен в первый день пробежал 5 км. Каждый следующий день он увеличивал дневную норму на 10% от нормы предыдущего дня. Через сколько дней он будет пробегать в день более 20 км. ?

```
Var
        d : word;
        s : real;
Begin
d:=1;
s:=5;
repeat
        inc (d);
        s:=s*1.1;
until s>20;
writeln (d) ;
End.
```



# Решение задач

**Задача 14.**

Определить m – количество трехзначных натуральных чисел, сумма цифр которых равна n(1<n<27). Операции деления (/, div, mod) не использовать.

```
Var
        m, n, i, j, k: byte;
Begin
readln (n);
m:=0;
for  i:=1 to 9 do
        for j:=0 to 9 do
                for k:=0 to 9 do
                        if (i+j+k)=n then
                                inc(m);
writeln (m);
End.
```

# Решение задач

**Задача 15.**

Вычислить $\prod_{i=1}^{n} \sum_{j=i}^{2n} \frac{i}{(2j^2+1)}$

```
Var
        i, j, n : integer;
        p, s : real;
Begin
read (n);
p:=1;
for i:=1 to n do
        begin
        s:=0;
        for j:= 1 to 2*n do
                s:=s+i/(2*i*i+1);
        p:=p*s;
        end;
writeln (p) ;
End.
```