

The background of the slide is a blue-tinted photograph of a chalkboard. On the board, there are faint, light-colored mathematical diagrams, including what appears to be a tree structure or a flowchart. In the foreground, a wooden tray holds several pieces of white and light-colored chalk. The overall scene is slightly out of focus, creating a sense of depth and a professional, academic atmosphere.

**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	Var
m1, m2;	a,b,c : real;
Var	Begin
a,b,c : real;	read(a,b);
Begin	if b=0 then
read(a,b);	write ('На 0 делить нельзя!')
if b=0 then	else
goto m1;	begin
c:=a/b;	c:=a/b;
write(c);	write(c);
goto m2;	end
m1 : write ('На 0 делить нельзя !');	End.
m2:	
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.

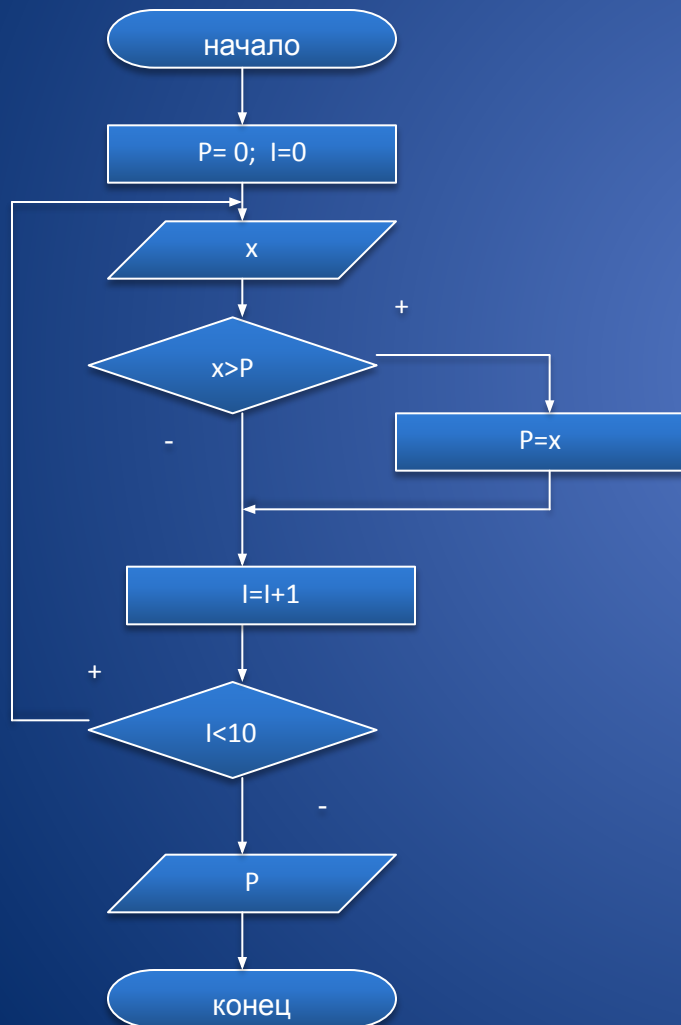
Найти максимальное число из десяти положительных чисел.

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

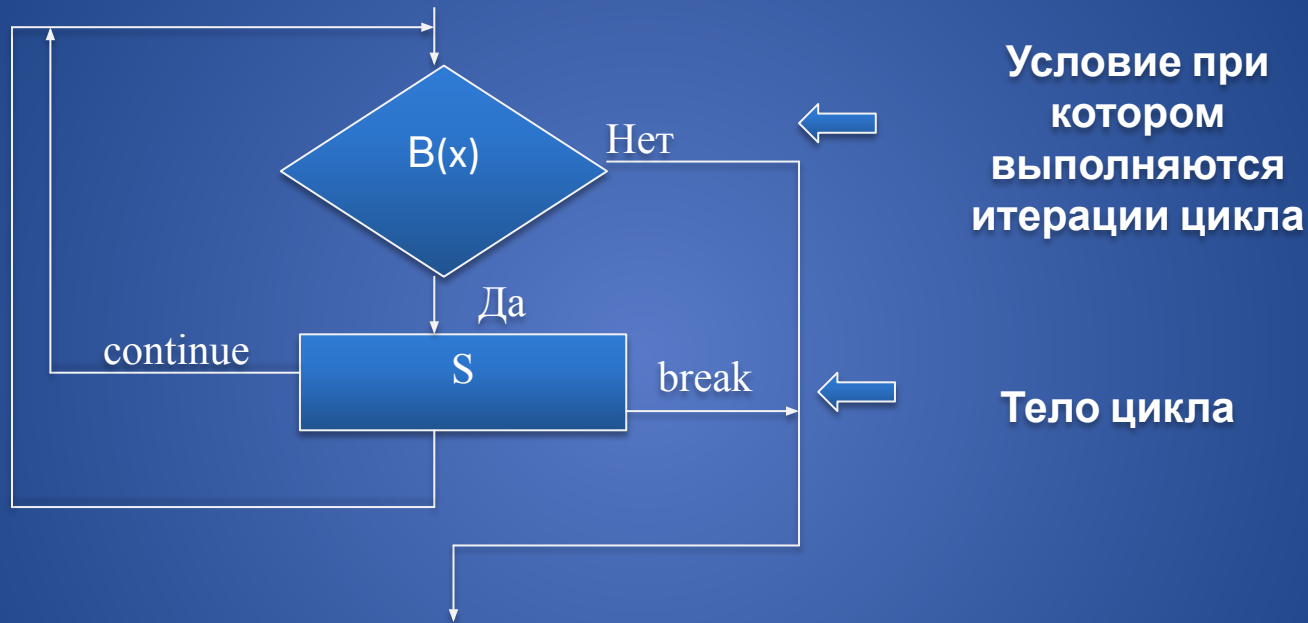
**While** – это оператор цикла итеративного типа с предусловием, так как в нем анализ конца цикла производится до выполнения операторов тела цикла. Он используется, когда количество повторений операторов тела цикла заранее неизвестно и определяется в процессе выполнения цикла.

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



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

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

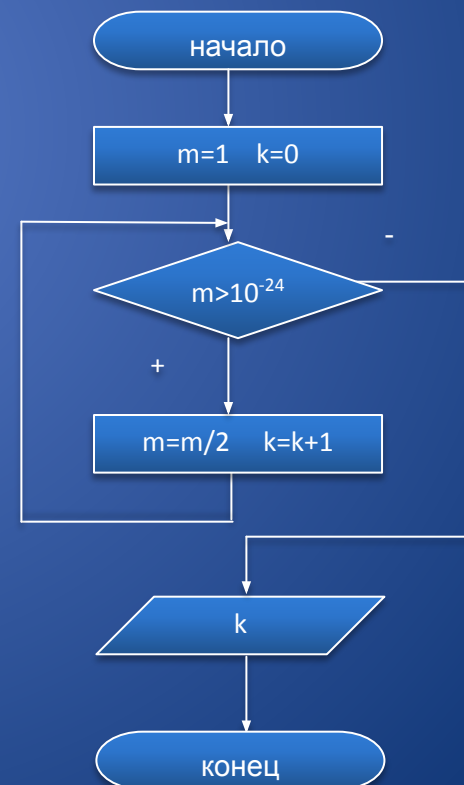
$S$  – один оператор, простой или составной; он должен включать операторы тела цикла, в том числе оператор изменения операторов логического выражения  $B(x)$

# 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  $S=1/x_1+1/x_2+\dots+1/x_n$ , 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 будут 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

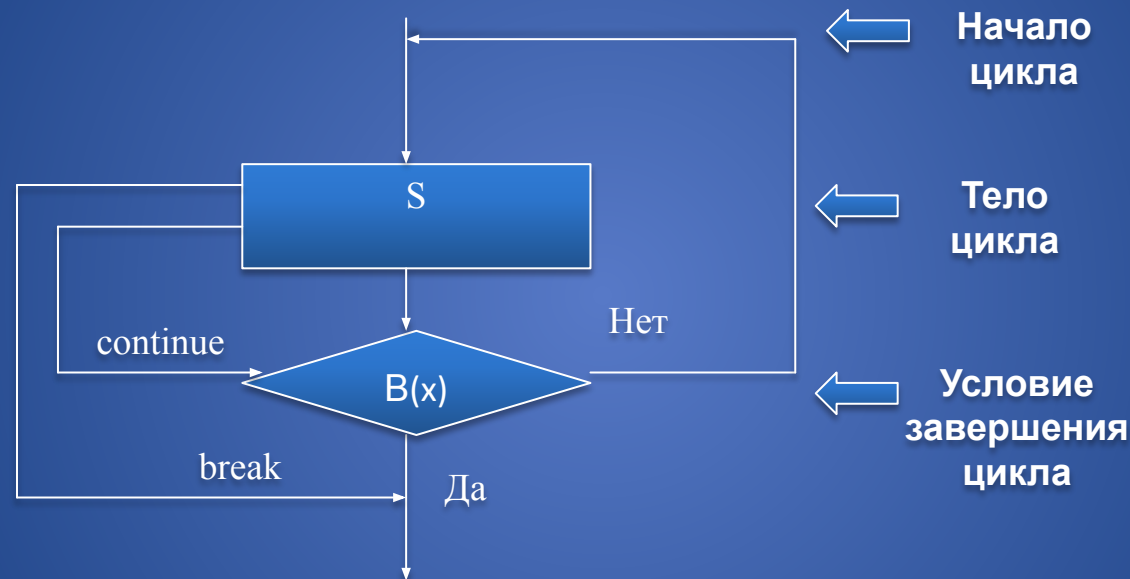
`Repeat ... until` – это оператор цикла итеративного типа с постусловием, так как в нем анализ конца цикла производится после выполнения операторов тела цикла. Он используется, когда количество повторений операторов тела цикла заранее неизвестно и определяется в процессе выполнения цикла. Операторы тела 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;

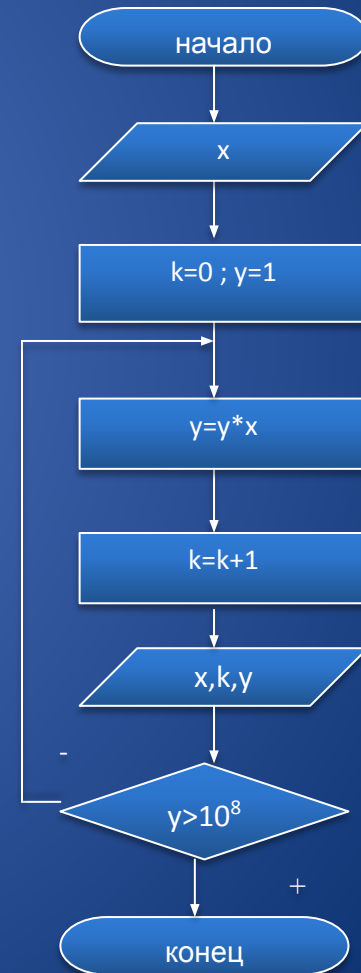
$S$  – один или несколько операторов тела цикла.

# 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 исполнительской 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.

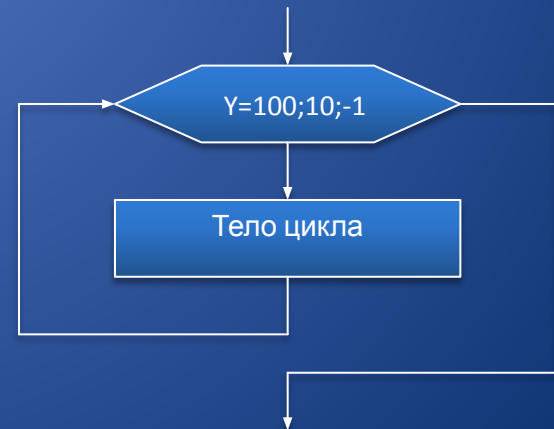
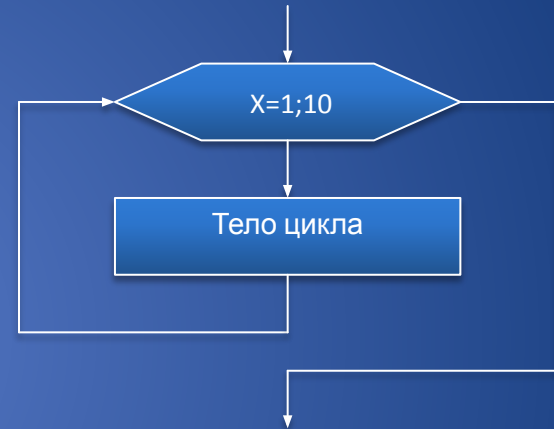


# Циклы со счетчиком

## 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

$p, i, x : \text{integer};$

Begin

$p:=0;$

for  $i:=1$  to 10 do

begin

read ( $x$ );

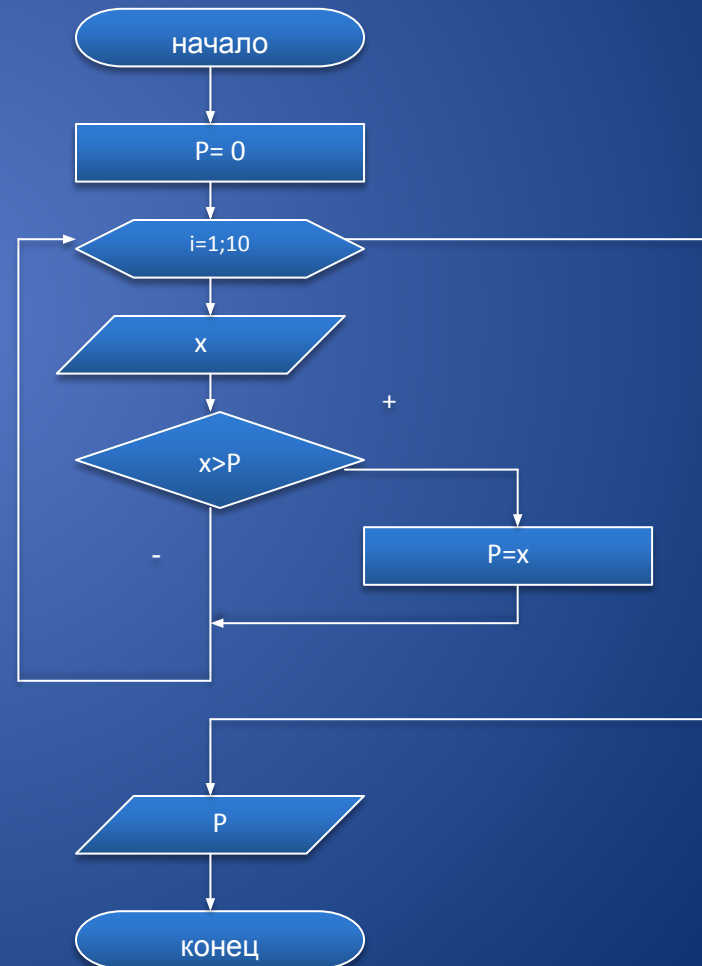
if  $x>p$  then

$p:=x;$

end;

writeln( $p$ );

End.



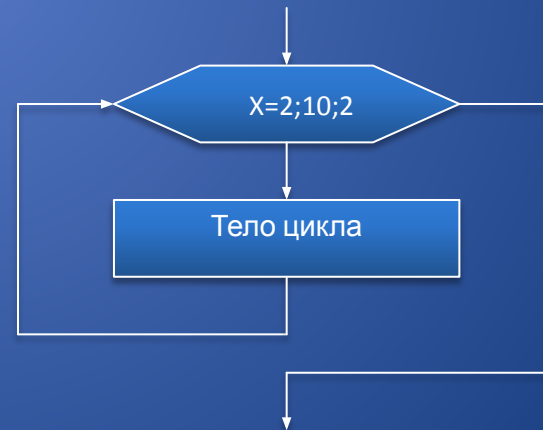
# Циклы со счетчиком

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 «защивливания»

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 «защивленной» 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 «защивливанию».

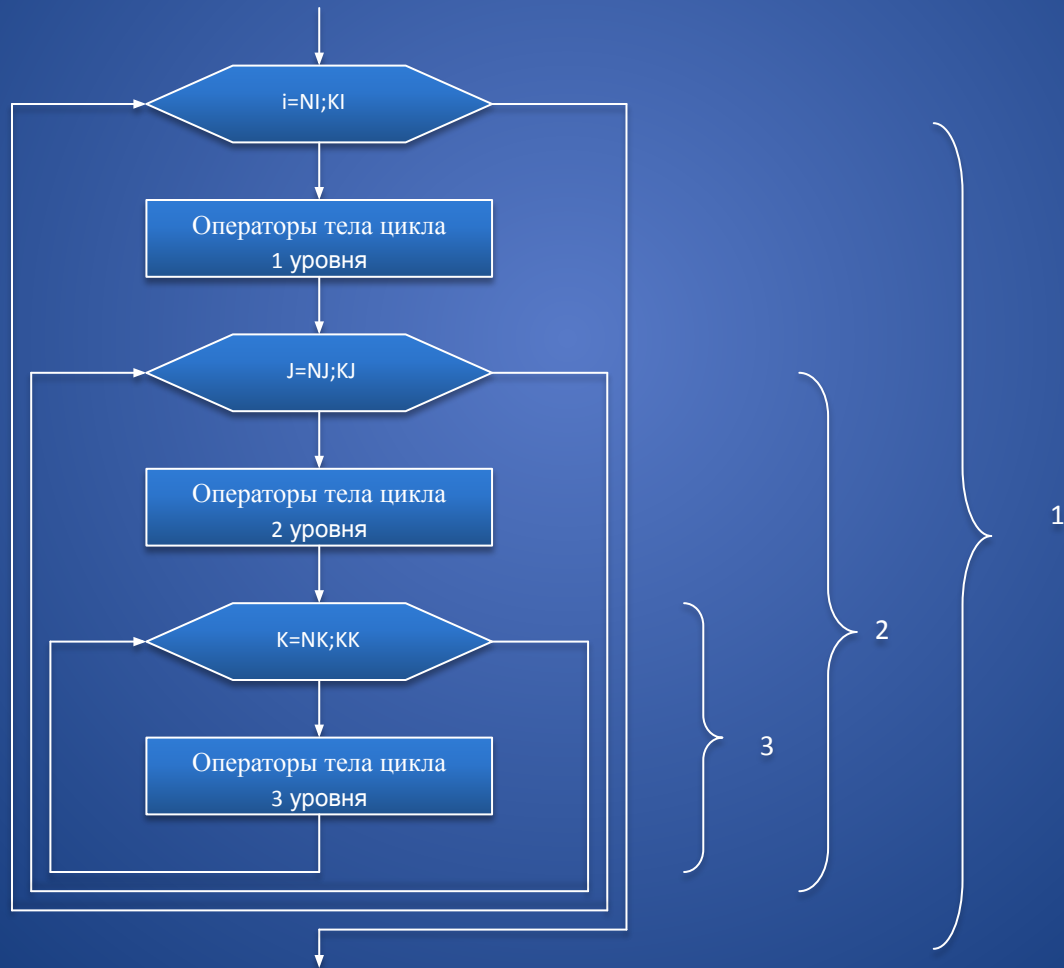
# Сложноциклические структуры

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.

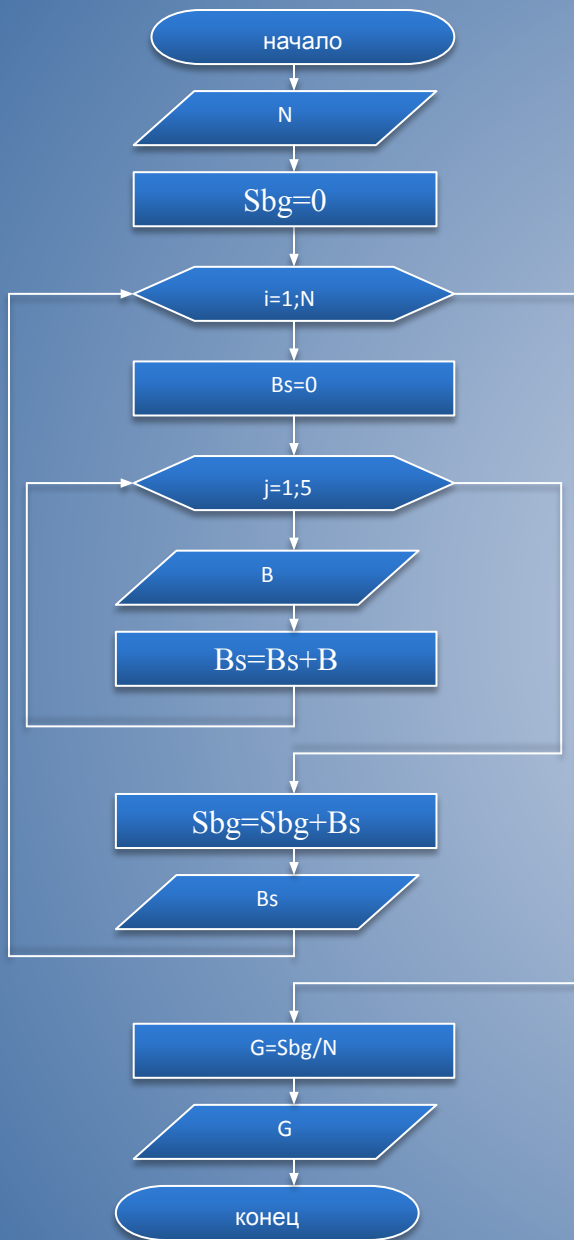
Пример :

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

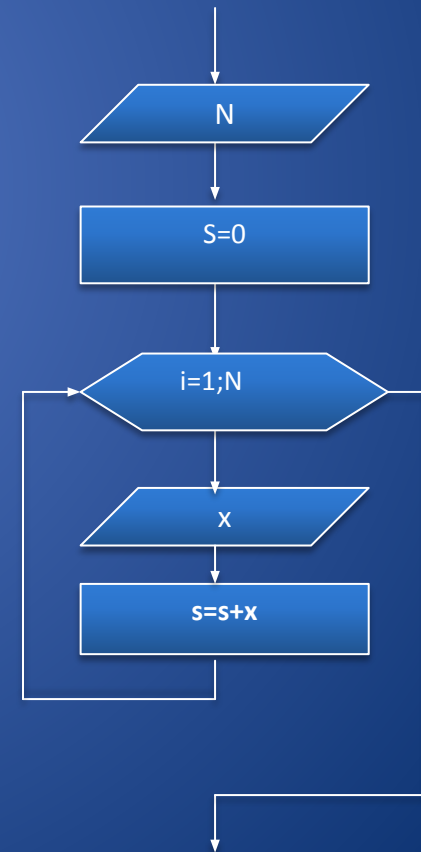
read (x);

s:=s+x;

end;

write (s);

End.



# Решение задач

## Задача 7.

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

Var

i, p : integer;

s: real;

Begin

s:=0;

p:=-1;

for i:=1 to 20 do

begin

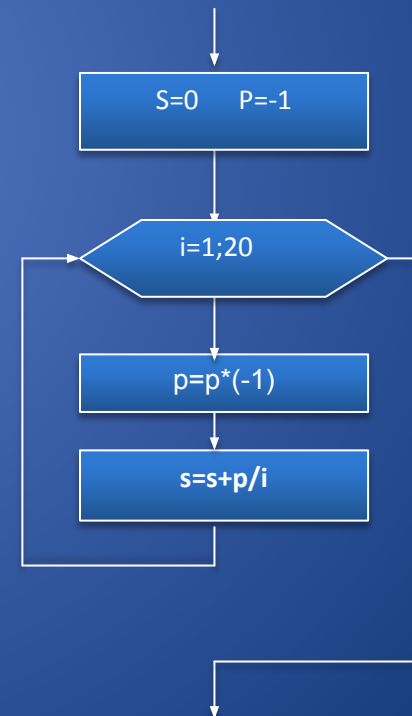
p:=p\*(-1);

s:=s+p/i;

end;

write (s);

End.



# Решение задач

## Задача 8.

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

Var

p, i, n : integer;

Begin

read (n);

p:=1;

for i:=1 to n do

begin

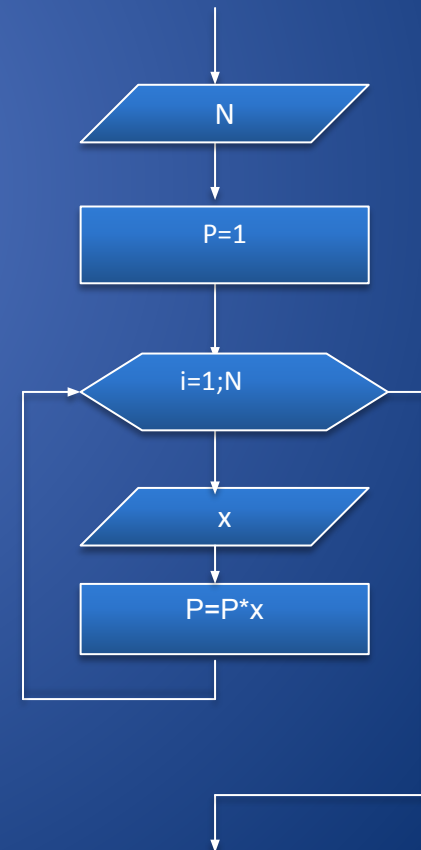
read (x);

p:=p\*x;

end;

write (p);

End.



# Решение задач

## Задача 9.

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

Var

i, j : integer;

p: real;

Begin

p:=1;

j:=23;

for i:=1 to 12 do

begin

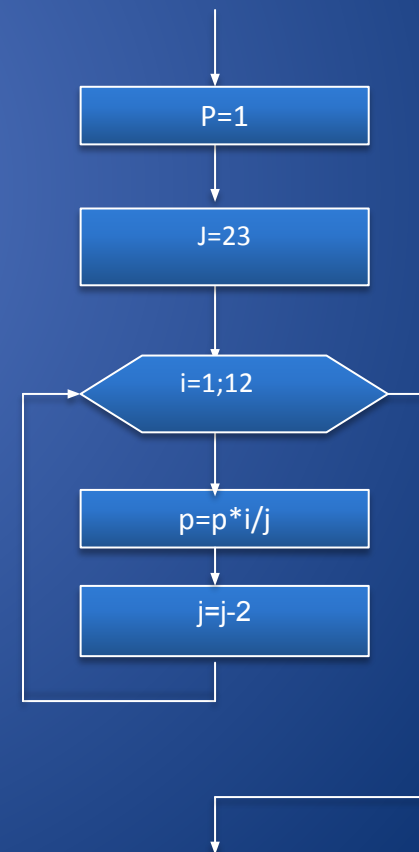
p:=p\*i/j;

j:=j-2;

end;

write (p);

End.

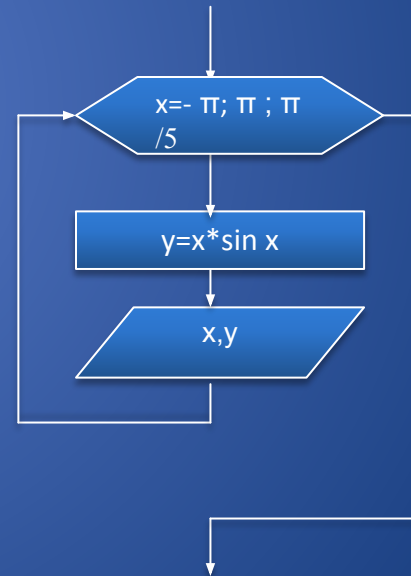


# Решение задач

## Задача 10.

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

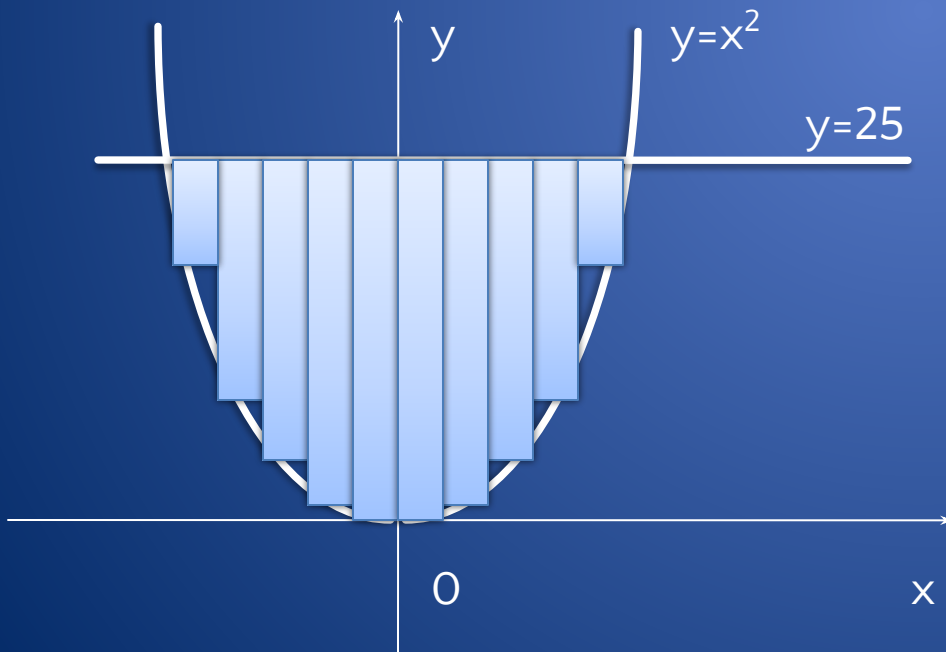
```
Var  
x,y: real;  
Begin  
x:=-3.14;  
repeat  
    y:=x*sin(x);  
    writeln (x:6:2, ' | ', y:6:2);  
    x:=x+pi/5;  
until x>3.14;  
End.
```



# 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

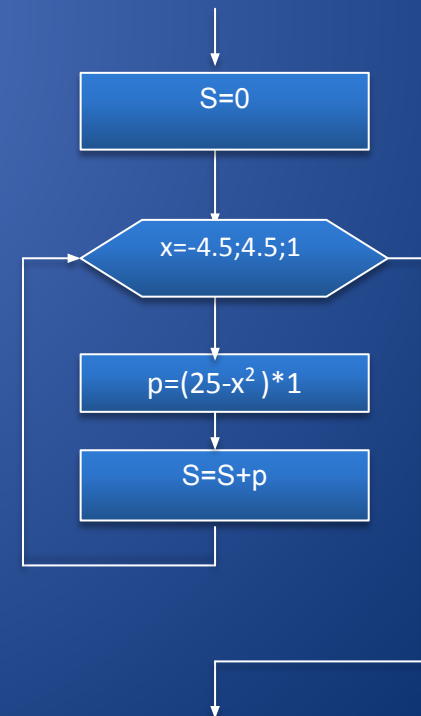
$$P=h*L=(25-x^2)*1$$

# 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.
```

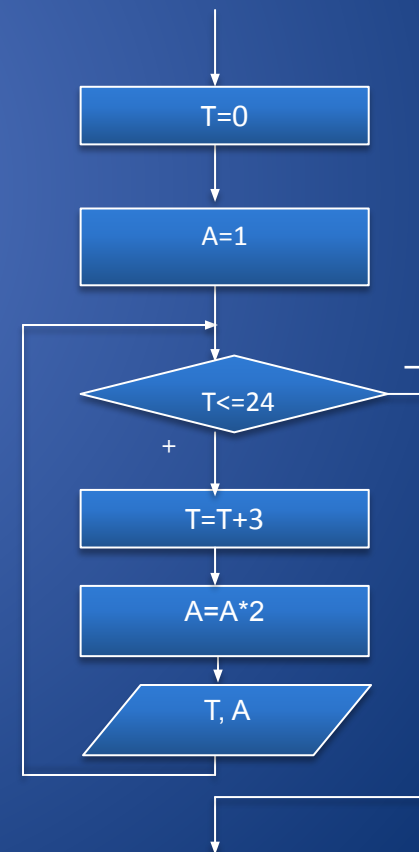


# Решение задач

## 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.
```



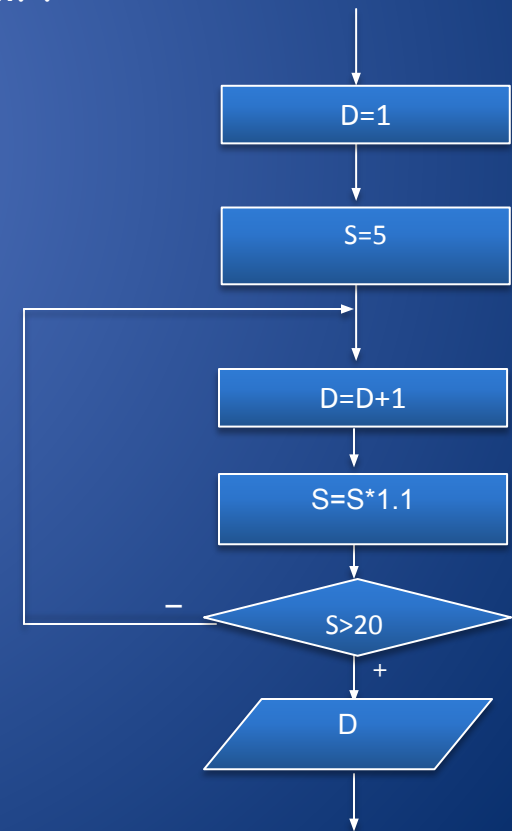


# Решение задач

## 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 ( $/$ ,  $\text{div}$ ,  $\text{mod}$ ) 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.

