

Рекурсивное программирование

Recursio (лат.) - возвращение

Рекурсия – это метод, сводящий общую задачу к некоторым задачам более узкого, простого типа

Рекурсивное программирование

Рекурсивный алгоритм – это алгоритм, который в процессе своей работы обращается сам к себе.

Рекурсивное программирование

Суть заключается в том, что при каждом вызове создается новая копия со своими переменными, но как только она заканчивает свою работу, то память, занятая этими локальными переменными, освобождается, а полученные результаты передаются в точку вызова.

Рекурсия ... Ее можно:

- **послушать...** *«У попа была собака,
Он ее любил. ...»*
- **посмотреть...** встаньте между двумя зеркалами и смотрите... *(не детали гардероба, нет. Отражение себя, там ...)*
- **нарисовать...** нарисуйте себя, где на полотне вы рисуете себя, где на полотне...

Это примеры «бесконечной» рекурсии...

Пример задачи с рекурсивной формулой

$$N! = \begin{cases} 1, & \text{при } N = 1 \\ N * (N - 1)!, & \text{при } N > 1 \end{cases}$$

При использовании рекурсии необходимо обеспечить выход из подпрограммы в нужный момент, т.к. **алгоритм должен быть конечным** (одно из свойств).

Function factorial(n: integer): longint;

Begin

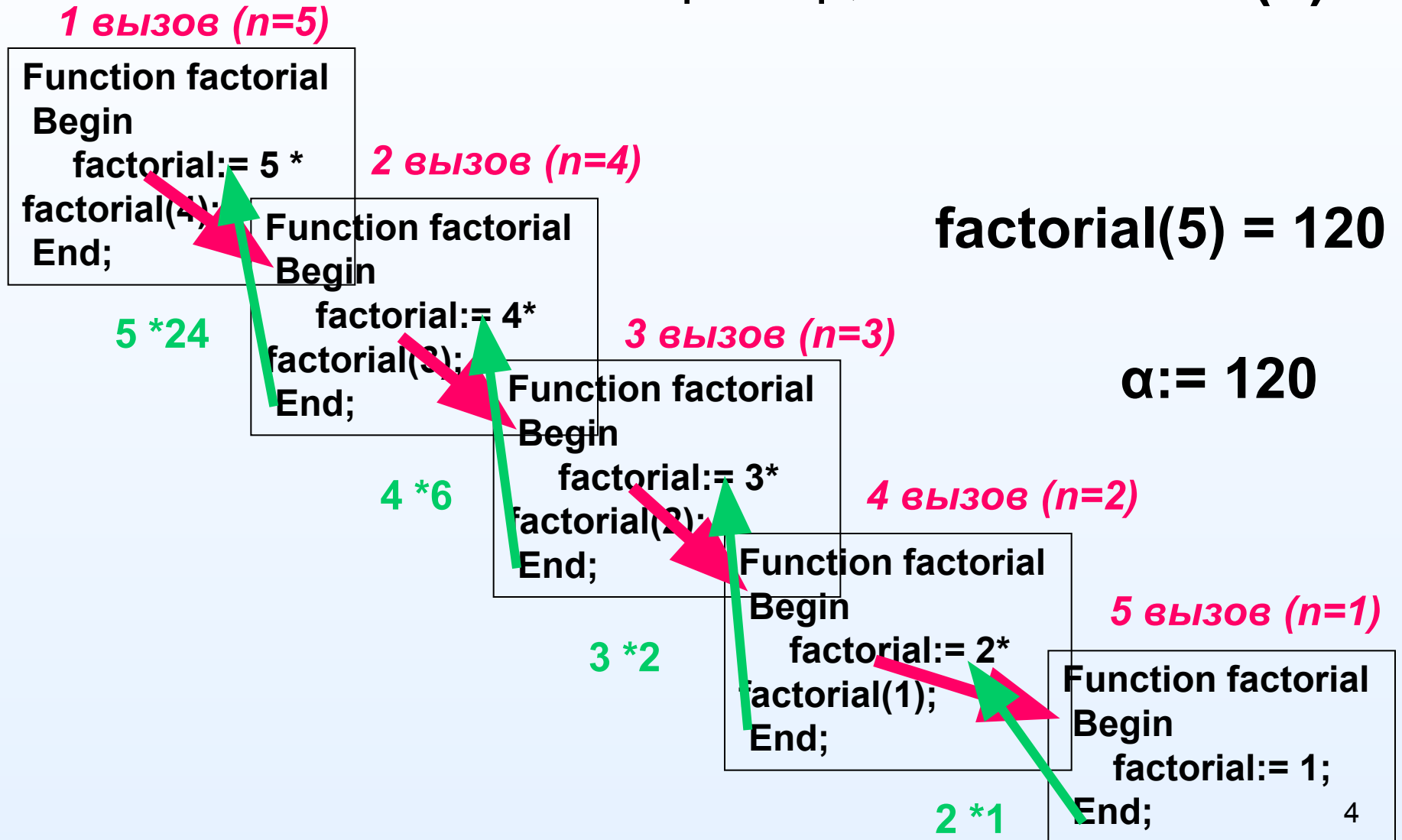
If n = 1 then factorial:=1

else factorial:= n * factorial (n - 1);

End;

Найдем 5!

Первый вызов этой функции будет из основной программы. Например, $\alpha := \text{factorial}(5)$



Задание

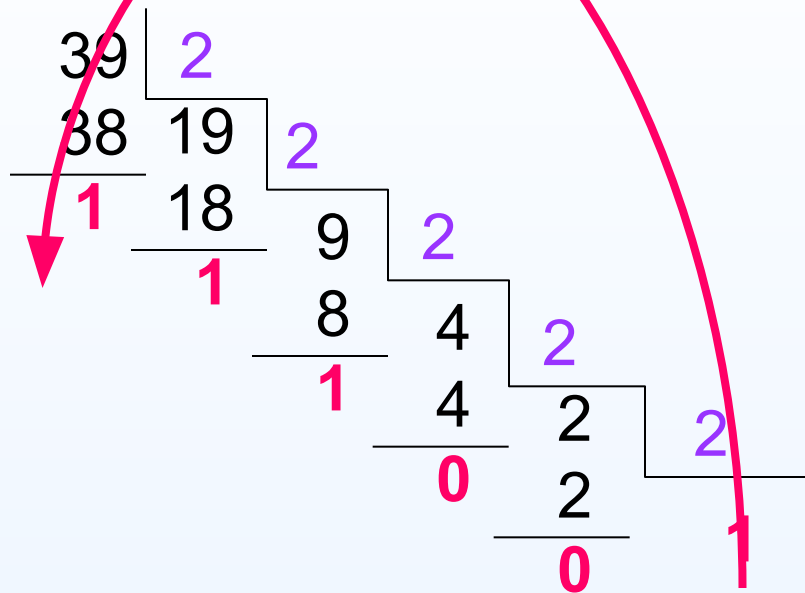
1. Напишите рекурсивную программу определения суммы первых n натуральных чисел:

$$S_n = S_{n-1} + n;$$

$$S_1 = 1.$$

2. Составить рекурсивную программу ввода с клавиатуры последовательность чисел (окончание ввода - 0) и вывода ее на экран в обратном порядке.

Пример: перевод натурального числа из десятичной системы счисления в двоичную.



$$39_{10} = 100111_2$$

Procedure Rec(n: integer);

begin

If n > 1 then Rec(n Div 2);

Write(n Mod 2);

End;

1 вызов (n = 39)

```
Procedure Rec  
begin  
  Rec(n Div 2);  
  Write(n Mod 2);  
End;
```

2 вызов (n = 19)

```
Procedure Rec  
begin  
  Rec(n Div 2);  
  Write(n Mod 2);  
End;
```

3 вызов (n = 9)

```
Procedure Rec  
begin  
  Rec(n Div 2);  
  Write(n Mod 2);  
End;
```

4 вызов (n = 4)

```
Procedure Rec  
begin  
  Rec(n Div 2);  
  Write(n Mod 2);  
End;
```

5 вызов (n = 2)

```
Procedure Rec  
begin  
  Rec(n Div 2);  
  Write(n Mod 2);  
End;
```

6 вызов (n = 1)

```
Procedure Rec  
begin  
  Write(n Mod 2);  
End;
```

Задание

1. Написать процедуру перевода числа из десятичной системы в N -ю, при условии, что $2 \leq N \leq 16$ и его значение вводится с клавиатуры.

Каким будет условие завершения входа в рекурсию?

Напишите программу:

Найти первые N чисел Фибоначчи. Каждое число равно сумме двух предыдущих чисел при условии, что первые два равны 1 (1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, ...).

Рекурсивная постановка данной задачи:

$$\Phi(n) = \begin{cases} 1, & \text{если } n = 1 \text{ или } n = 2; \\ \Phi(n - 1) + \Phi(n - 2), & \text{при } n > 2 \end{cases}$$

```
Program chisla_Fibonachi;  
var i,n:integer;  
function fib(nf:integer):longint;  
begin  
  if (nf=1) or (nf=2) then fib:=1  
  else fib:=fib(nf-1)+fib(nf-2);  
end;  
begin  
  readln(n);  
  for i:=1 to n do  
    writeln(fib(i));  
end.
```

Данная программа раскрывает **недостатки рекурсии**:

с увеличением ***n*** глубина рекурсии многократно (во сколько?) увеличивается и выполняемая программа потребует много памяти, что может привести к переполнению ***стека***.

Если при решении есть выбор между итерацией и рекурсией, то предпочтительным выбором является **итерация**.

Итерация

- **повторное выполнение некоторых действий до тех пор, пока не будет удовлетворяться некоторое условие.**

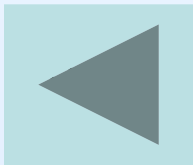
Большинство алгоритмов можно реализовать двумя способами:

Итерацией:

```
function fibon(nf:integer):longint;  
begin  
  f1:=1; f2:=1;  
  for i:=3 to n do  
    begin f:=f1+f2;  
          f1:=f2; f2:=f;  
    end;  
  fibon:=f;  
end;
```

Рекурсией:

```
function fib(nf:integer):longint;  
begin  
  if (nf=1) or (nf=2) then fib:=1  
  else fib:=fib(nf-1)+fib(nf-2);  
end;
```



Выводит цифры целого положительного числа в обратном порядке

```
Program Perevertish;
```

```
Var n: longint;
```

```
Procedure reverse(n: longint);
```

```
begin
```

```
  write (n mod 10);
```

```
  if n div 10 <> 0 then reverse (n div 10)
```

```
end;
```

```
Begin
```

```
  writeln('Введите натуральное число <= ', 2 147 483 647);
```

```
  readln(n);
```

```
  reverse(n);
```

```
  writeln; readln
```

```
End.
```

Измените процедуру. Сформируйте число-«перевертыш». Выдайте сообщение, является ли введенное число палиндромом

Число-полииндром

- число, которое имеет тот же вид при прочтении его справа налево.
Например: 121, 1230321, 99 и т.п.



Решение задач

1. Даны первый член и разность арифметической прогрессии. Написать рекурсивную функцию для нахождения:
 - а) n -го члена прогрессии;
 - б) суммы n первых членов арифметической прогрессии.

2. Даны первый член и знаменатель геометрической прогрессии. Написать рекурсивную функцию для нахождения:
 - а) ее n -го члена;
 - б) суммы n первых членов прогрессии.

3. Написать рекурсивную функцию для вычисления:
 - а) суммы цифр натурального числа;
 - б) количества цифр натурального числа.

4. Написать рекурсивную процедуру для вывода на экран цифр натурального числа в обратном порядке.

5. Написать рекурсивную функцию, определяющую является ли заданное натуральное число простым.

```

Procedure Picture1(x,y,r,r1,n:integer);
Var x1,y1:integer; i:integer;
Begin
  if n > 0 then {"заглушка"}
    begin
      circle(x,y,r);r1:=trunc(r*k2); {рисование окружности}
      r1:=trunc(r*k2)           {вычисление радиуса орбиты}
      For i:=1 to 4 do
        begin
          x1:=trunc(x+r1*cos(pi/2*i); { координаты центра }
          y1:=trunc(y+r1*sin(pi/2*i); { i-ой окружности }
          Picture1(x1,y1,trunc(r*k1),r1,n-1);
        end;
      end;
    end;
  end;

```



```
Uses Graph;  
Var x,y,n,r,r1,cd,gm:integer; k1,k2:real;  
Procedure Picture1(x,y,r,r1,n:integer);  
...  
End;  
Begin  
  Writeln('Введите количество уровней n'); Readln(n);  
  x:=600 Div 2; y:=400 Div 2;  
  Writeln('Введите радиус первой окружности r');  
readln(r);  
  k1:=0.3; k2:=2;  
  Cd:=detect; gm:=1;  
Initgraph(cd,gm,'c:\tp7\bin');  
Picture1(x,y,r,r1,n);  
Readln;  
Closegraph;  
End.
```