



# Рекурсивные алгоритмы

**ЕГЭ-2017 по информатике. Задание 11**

Автор: Фоминова Елена Владимировна,  
учитель физики и информатики  
МБОУ СОШ № 23 МО Усть-Лабинский район  
хутора Братского Краснодарского края

# Содержание

- Теория
- Рекурсия вокруг нас
- Рекурсия в математике
- Программирование
- Задачи на закрепление
- Список использованной литературы



# Теория

**Рекурсия** (RECURSIO - возвращение) — определение, описание, изображение какого-либо объекта или процесса внутри самого этого объекта или процесса, то есть ситуация, когда объект является частью **самого себя**.

Рекурсивным называется любой объект, который частично определяется через себя.



# Теория



**Что нужно знать:**

**Рекурсия** может быть прямой и косвенной.

**Рекурсия** – это приём, позволяющий свести исходную задачу к одной или нескольким более простым задачам того же типа.

Чтобы определить рекурсию, нужно задать:

**-условие остановки рекурсии**

**-рекуррентную формулу**

Любую рекурсивную процедуру можно запрограммировать с помощью цикла

**Рекурсия** позволяет заменить цикл и в некоторых сложных задачах делает решение более понятным, хотя часто менее эффективным.

# Теория

Рекурсия может быть прямой и косвенной.



В случае **прямой** рекурсии вызов функцией самой себя делается непосредственно в этой же функции

```
procedure F(n: integer);  
begin  
  writeln(n);  
  if n > 1 then begin  
    F(n-1);  
    F(n-3)  
  end  
  
end;  
end;
```

# Теория



**Косвенная** рекурсия создаётся за счёт вызова данной функции из какой-либо другой функции, которая сама вызывалась из данной функции.

```
function F(n: integer): integer;  
begin  
    if n > 2 then F := F(n - 1) + G(n - 2)  
        else F := 1;  
end;  
function G(n: integer): integer;  
begin  
    if n > 2 then G := G(n - 1) + F(n - 2)  
        else G := 1;  
end;
```



# Рекурсия вокруг нас...

Классическим примером конечной рекурсии является русская матрешка.





# Рекурсия вокруг нас...

"Мастер и Маргарита" - один из наиболее ярких рекурсивных романов. Тема Иешуа и Пилата рекурсивно вызывается из темы Мастера и Маргариты. Кроме того, здесь так же используется прием "книга в книге". Мастер пишет роман об Иешуа и Пилате, текст которого сливается с текстом книги "Мастер и Маргарита".

повести  
ет сон  
а (сон  
екурсии).  
ого сна  
второй  
о второй  
второго  
овый сон,  
придется  
из С.Лева  
ды» о разумной  
которая обладала  
ым умом и ленью,  
для решения  
ной задачи  
себе подобную, и  
решение ей.  
ная рекурсия -  
каждая новая машина строила  
себе подобную).





# Рекурсия вокруг нас...

ЛЕВ ТОЛСТОЙ

В романе Л. Толстого «Война и мир» рекурсия отражает прошлое в настоящем и будущем.



роман приемом "Сервантесовым". Сервантесовым приемом рекурсии находим еще раньше у Шекспира. Гамлет ставит спектакль, где в упрощенном варианте описываются события трагедии.

цирюльник, осматривая книгу Сервантеса, находит и высказывает суждение. В начале романа сообщается, что роман арабского и что Сервантес купил его на рынке. Наконец, во второй части романа персонажи уже прочли первую часть.


# Рекурсия вокруг нас

Р. Бернс «Дом, который построил Джек» в переводе С. Маршака

Вот дом,  
Который построил Джек.

А это пшеница,  
Которая в темном чулане  
хранится  
В доме,  
Который построил Джек

А это веселая птица-синица,  
Которая часто ворует  
пшеницу,  
Которая в темном чулане  
хранится.



У попа была собака, он  
её любил  
Она съела кусок мяса,  
он её убил  
В землю закопал,  
Надпись написал:  
«У попа была собака, он  
её любил  
Она съела кусок мяса,  
он её убил  
В землю закопал,  
Надпись написал:

# Рекурсия вокруг нас...

А. Блока

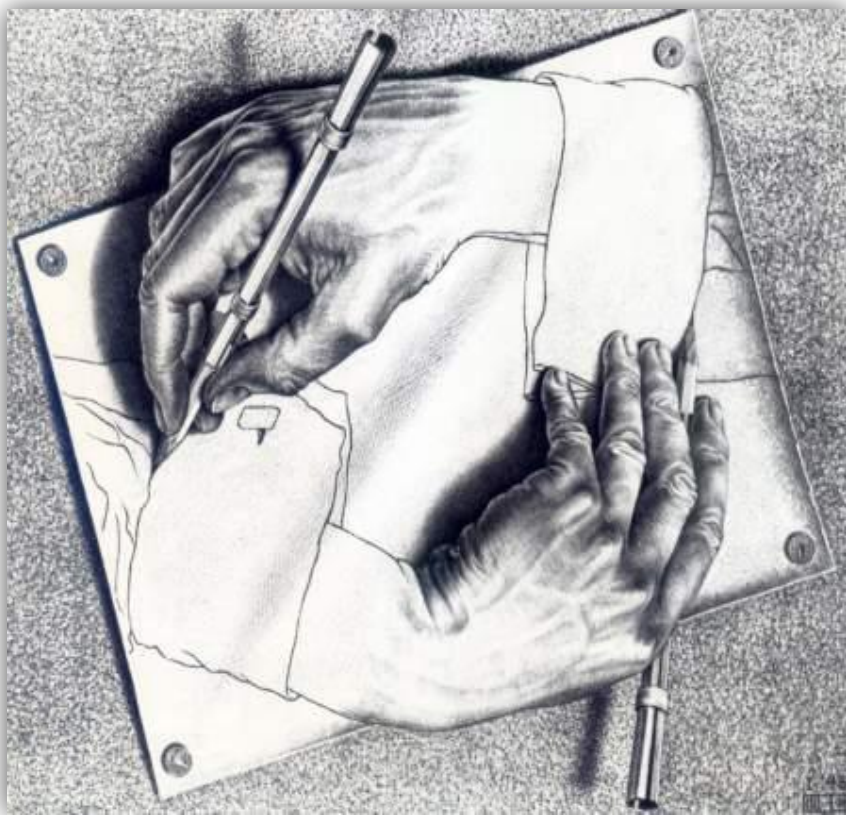
*Ночь, улица, фонарь, аптека.  
Бессмысленный и тусклый свет.  
Живи еще хоть четверть века –  
Все будет так. Исхода нет.*

*Умрешь – начнешь опять  
сначала,  
И повторится все, как встарь:  
Ночь, ледяная рябь канала,  
Аптека, улица, фонарь.*

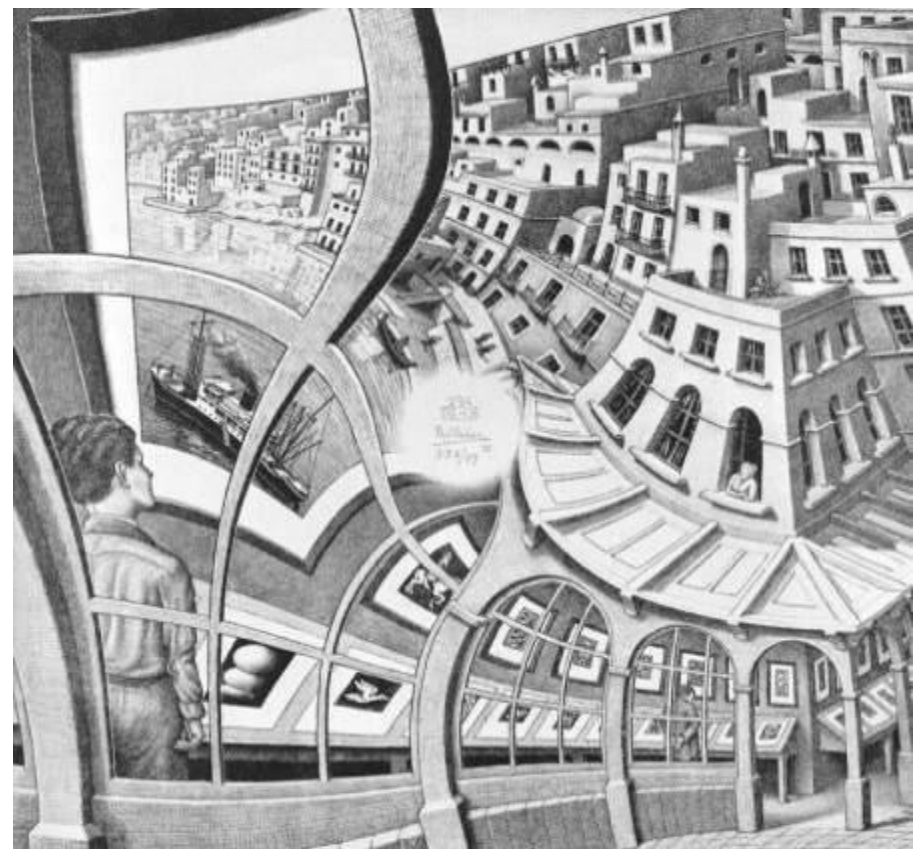




# Рекурсия вокруг нас...



**Мориса Эшера  
«Рисующие руки»**

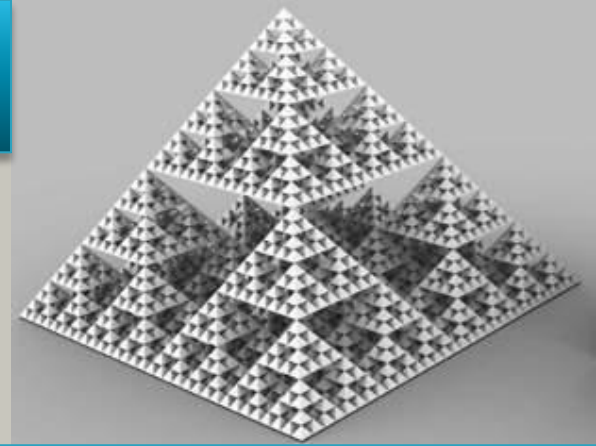


**Мориса Эшера  
«Галерея гравюр»**

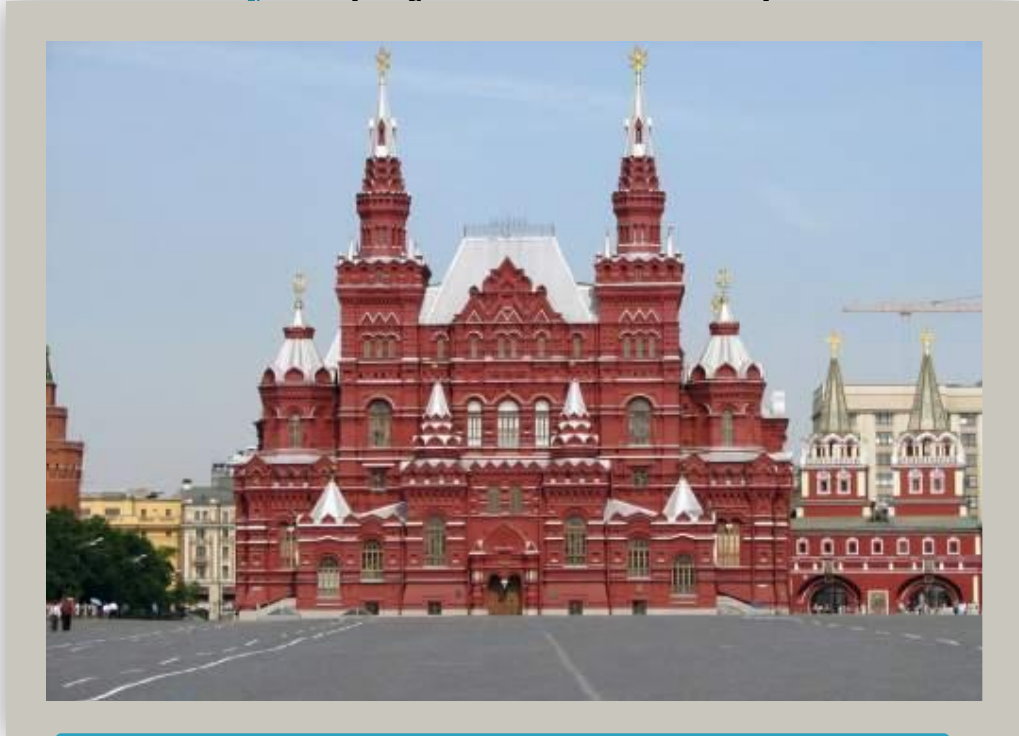
# Рекурсия вокруг нас...



Эйфелева Башня в Париже



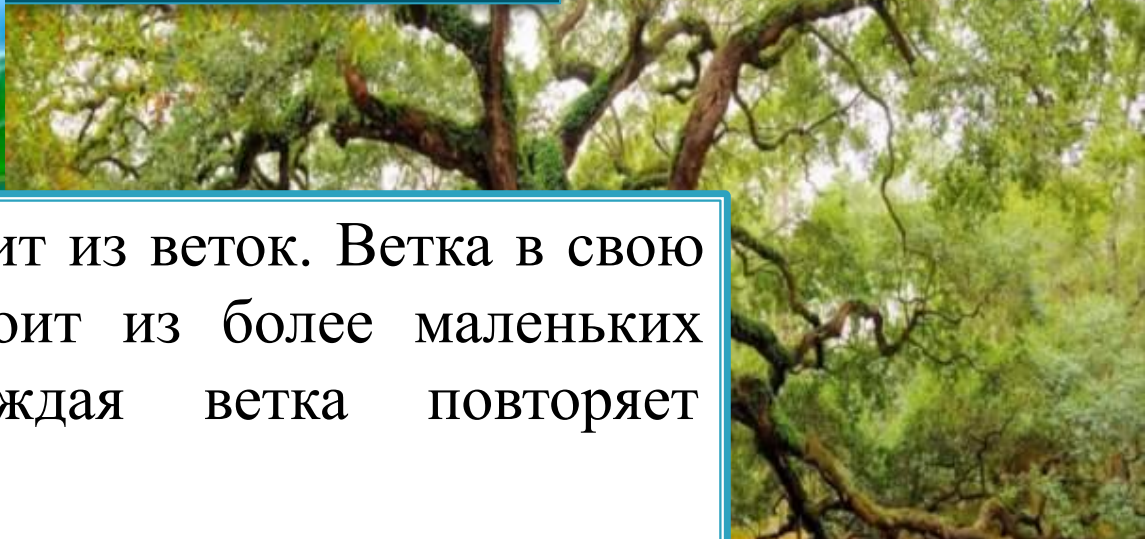
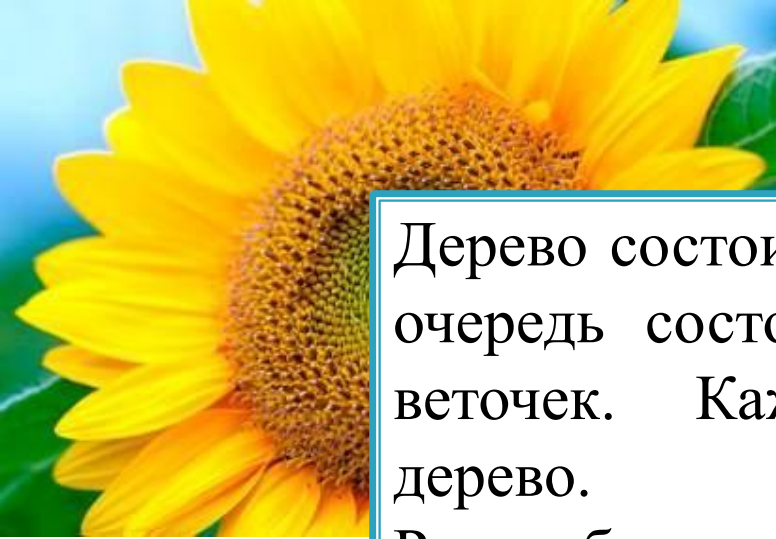
Фрактал  
"Треугольник Серпинского"



Исторический музей в Москве



# Рекурсия вокруг нас...



Дерево состоит из веток. Ветка в свою очередь состоит из более маленьких веточек. Каждая ветка повторяет дерево.

Реки образуются из впадающих в них рек.

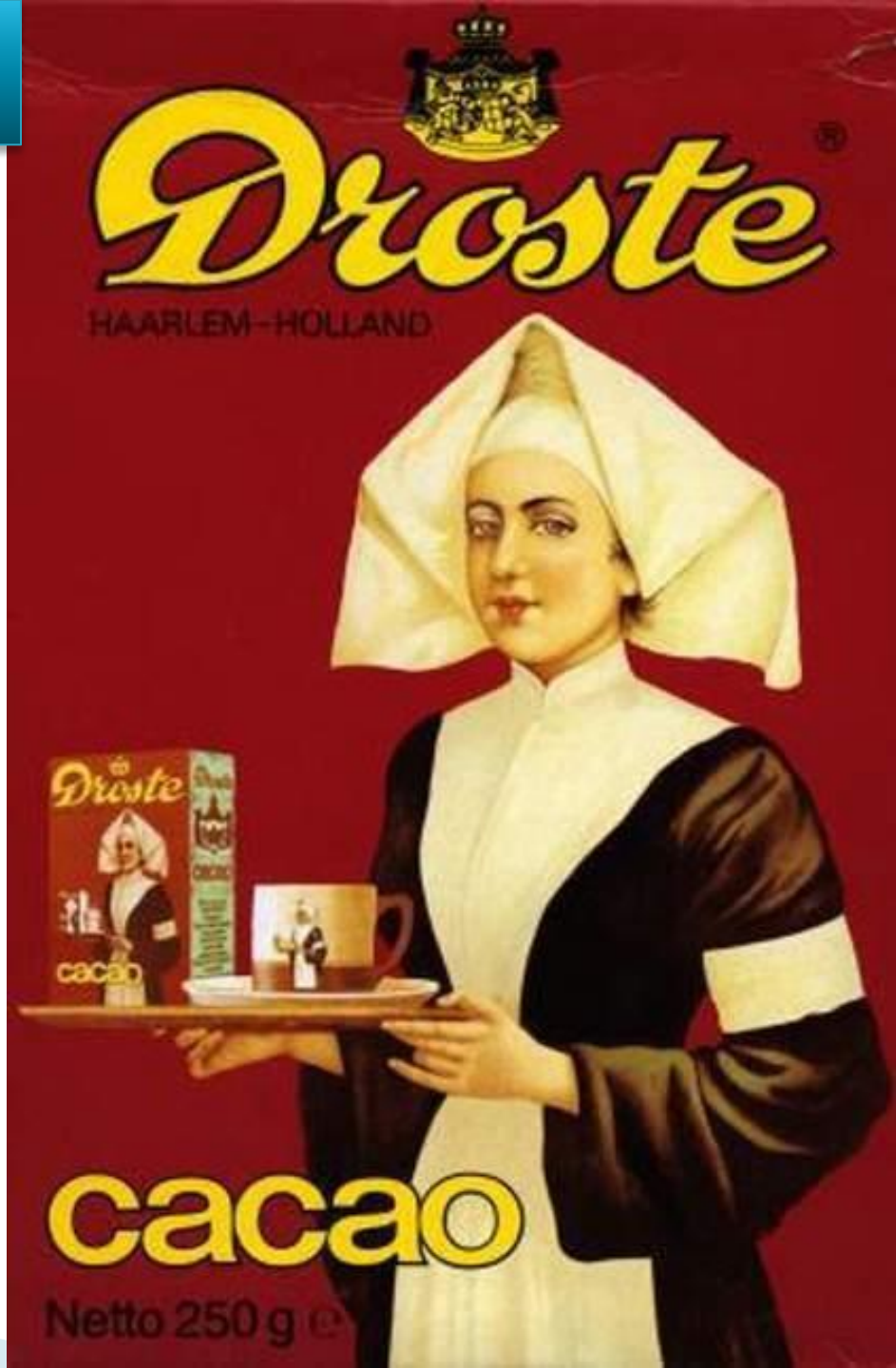
Чешуя шишек и семена некоторых цветов (например, подсолнечника) расположены пересекающимися спиралевидными веерами, определяемыми соотношением чисел Фибоначчи.





# Рекурсия вокруг нас...

Эффект Дросте - термин для изображения специфического вида рекурсивного изображения. Изображение включает уменьшенный собственный вариант самого себя. Этот более малый вариант после этого показывает даже более малый вариант себя, и так далее. Практически это продолжается пока разрешение изображения позволяет уменьшает размер. Термин был введен в честь Дросте, голландского какао.



# Рекурсия вокруг нас...

**Герб Российской Федерации** является рекурсивно-определённым графическим объектом: в правой лапе изображённого на нём двуглавого орла зажат скипетр, который венчается уменьшенной копией герба. Так как на этом гербе в правой лапе орла также находится скипетр, получается бесконечная рекурсия.





# Рекурсия в математике

## 1) Арифметическая прогрессия:

а)  $a_1 = a_0;$

б)  $a_n = a_{n-1} + d.$

## 2) Геометрическая прогрессия:

а)  $a_1 = a_0;$

б)  $a_n = a_{n-1} * q.$



К. Гаусс  
(1777—1855 гг.)

По преданию, Карл Гаусс — крупнейший немецкий математик — почти мгновенно решил эту задачу, когда ему было меньше 10 лет.



# Рекурсия в математике

## 3) Факториал

$$a_n = n! \quad n! = 1 * 2 * 3 * 4 * 5 * 6 * \dots * n.$$

$$a) a_1 = 1;$$

$$б) a_n = n * a_{n-1}.$$



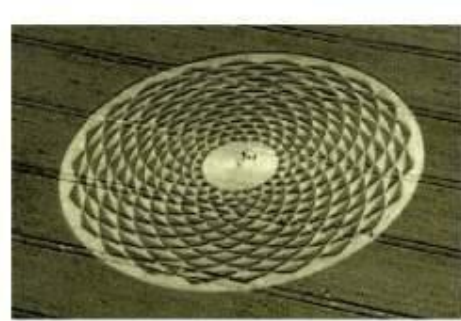
## 4) Числа Фибоначчи.

$$x_1 = x_2 = 1$$

$x_n = x_{n-1} + x_{n-2}$  при  $n > 2$  Каждый элемент ряда Фибоначчи является суммой двух предшествующих элементов, т.е. 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55,...







# Программирование



**Рекурсия** — это такой способ организации вспомогательного алгоритма (подпрограммы), при котором эта подпрограмма (процедура или функция) в ходе выполнения ее операторов обращается **сама к себе**.

В программировании рекурсия — вызов функции из неё же самой, непосредственно или через другие функции, например, функция А вызывает функцию В, а функция В — функцию А. Количество вложенных вызовов функции или процедуры называется **глубиной рекурсии**.



# Программирование

Выполнение рекурсивного алгоритма можно представить следующим образом: каждый рекурсивный вызов процедуры  $F$  порождает в памяти компьютера новую копию этой процедуры и запускает ее на выполнение со своими значениями входных параметров.

После того как процедура  $F$  завершила работу, выполнение программы продолжается со следующего оператора после вызова  $F$ .



Важно!



# Программирование



Пример рекурсивной процедуры:

```
Program n1;
```

```
uses crt;
```

```
procedure Rec(i: integer);
```

```
begin
```

```
  if i>1 then Rec(i-1);
```

```
  writeln(i);
```

```
end;
```

```
begin
```

```
  clrscr;
```

```
  Rec(5);
```

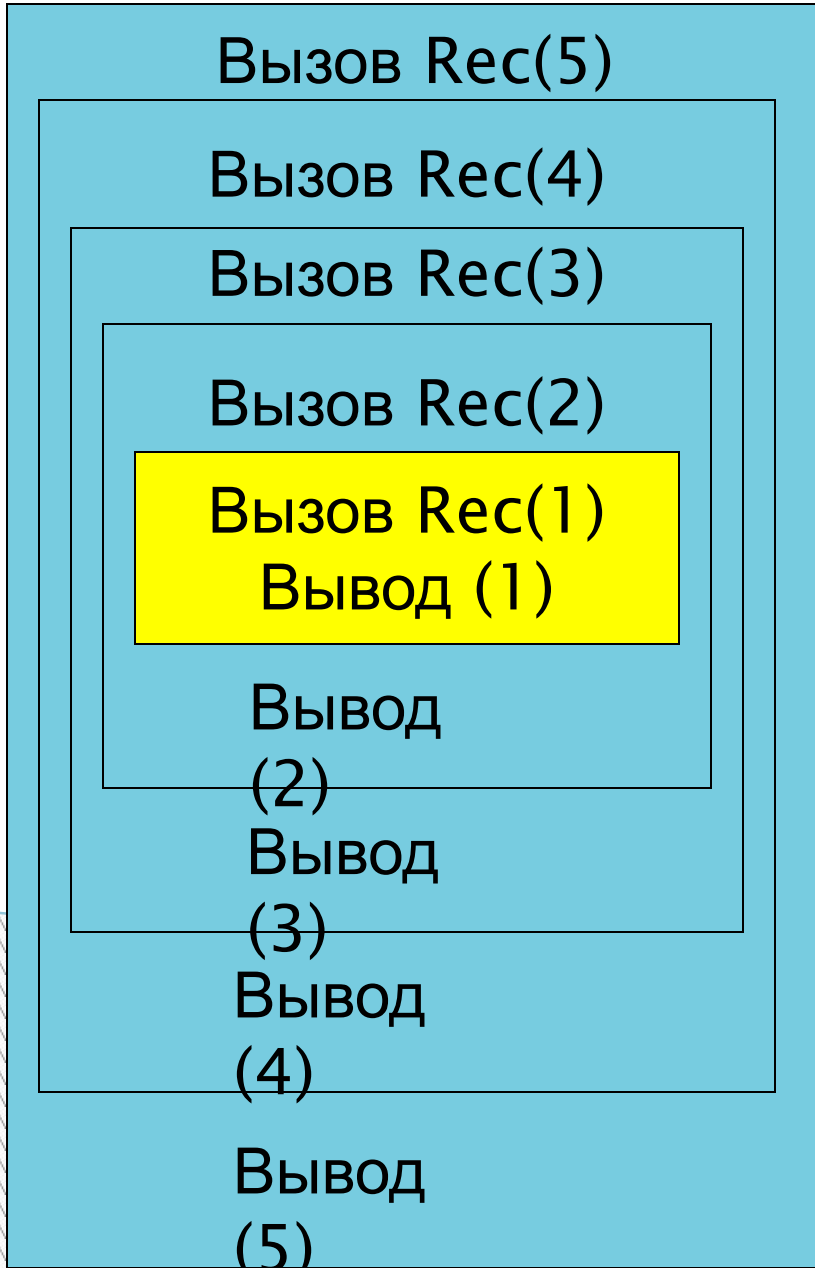
```
End.
```

Пока  $i > 1$  вызывается следующая процедура

Выводится  $i$

*Выводится 1,2,3,4,5*





<b>i</b>	<b>i &gt; 1</b>	<b>Rec(i-1)</b>
<b>5</b>	<b>5 &gt; 1 Да</b>	<b>Rec(4)</b>
<b>4</b>	<b>4 &gt; 1 Да</b>	<b>Rec(3)</b>
<b>3</b>	<b>3 &gt; 1 Да</b>	<b>Rec(2)</b>
<b>2</b>	<b>2 &gt; 1 Да</b>	<b>Rec(1)</b>
<b>1</b>	<b>1 &gt; 1 Нет</b>	<b>Вывод(1)</b>



# Программирование

**Задание 1.** Алгоритм вычисления значения функции  $F(n)$ , где  $n$  – натуральное число, задан следующими соотношениями:

$$F(1) = 1$$

$$F(n) = F(n-1) + n, \text{ при } n > 1$$

**Чему равно значение функции  $F(5)$ ? В ответе запишите только натуральное число.**

**Решение.** Последовательно находим:

$$F(2) = F(1) + 2 = 3,$$

$$F(3) = F(2) + 3 = 6,$$

$$F(4) = F(3) + 4 = 10,$$

$$F(5) = F(4) + 5 = 15.$$

**Ответ: 15**



# Программирование



**Задание 2.** Дан рекурсивный алгоритм:

```
procedure F(n: integer);
```

```
begin
```

```
  writeln(n);
```

```
  if n < 5 then begin
```

```
    F(n + 1);
```

```
    F(n + 3)
```

```
  end
```

```
end;
```

Найдите сумму чисел, кото  
вызове F(1).

Складывая все эти числа,  
получаем **49**

n	n<5	F
1	+	
		2 4
4	+	5 7
2	+	3 5
		4 6
3	+	5 7
4	+	
6	-	

# Программирование



Задание 3. Дан рекурсивный алгоритм:

```
procedure F(n: integer);
```

```
begin
```

```
  writeln(n);
```

```
  if n < 6 then begin
```

```
    F(n+2);
```

```
    F(n*3)
```

```
  end
```

```
end;
```

Найдите сумму чисел, которые

вызове F(1).

n	n<6	F
1	+	
		3 3
3	+	5 9
3	+	5 9
5	+	7 15
5	+	7 15

Складывая все эти числа,  
получаем **79**



# Программирование



**Задание 4.** Дан рекурсивный алгоритм  
**procedure F(n: integer);**

```
begin  
  if n < 3 then  
    write('*')  
  else begin  
    F(n-1);  
    F(n-2);  
    F(n-2)  
  end;  
end;
```

Сколько звездочек  
процедура при вызове  
запишите только целое ч

**Решение:**

**Найдем значение процедуры:**

$$F(6)=F(5)+2*F(4)$$

$$F(5)=F(4)+2*F(3)$$

$$F(4)=F(3)+2*F(2)$$

$$F(3)=F(2)+2*F(0)=F(2)+2*1=F(2)+2$$

$$F(2)=1$$

**Следовательно:**

$$F(3)=1+2=3$$

$$F(4)=3+2*1=5$$

$$F(5)=5+2*3=11$$

$$F(6)=11+2*5=21$$

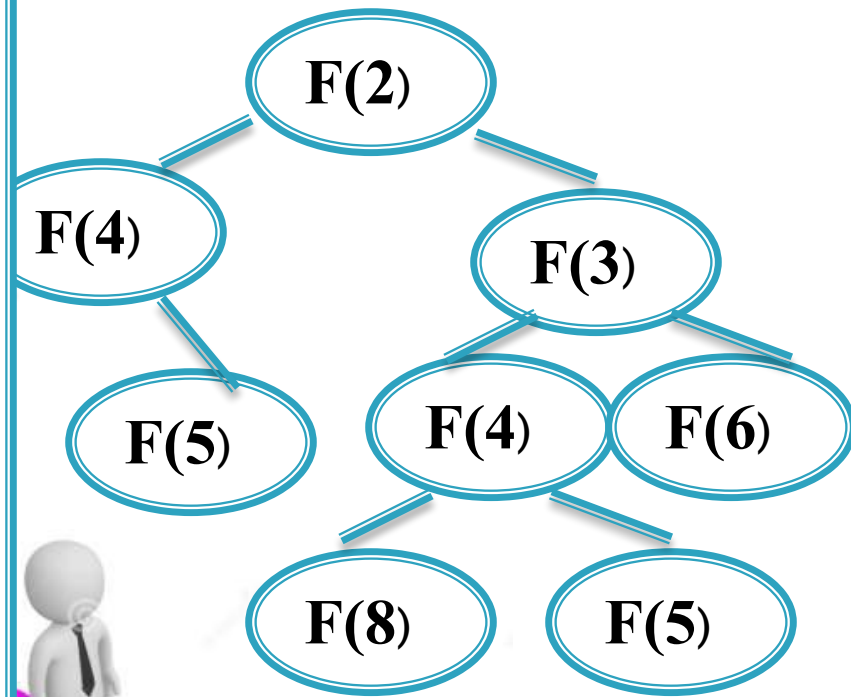
# Программирование

Построенное дерево позволяет ответить на более сложный вопрос: «Что напечатает программа?»

Выписав значения узлов в порядке построения, получим:

**2 4 8 5 3 6 4 8 5**

Результат работы программы при ином расположении оператора печати  $n$ , в общем случае, отличается от данного.



$$8+4+5+2+3+4+6+8+5=45$$

# Программирование



**Задание 5. Дан рекурсивный алгоритм:**

```
procedure F(n: integer);  
begin  
  writeln(n);  
  if n <=4 then  
  begin  
    F(n*2);  
    F(n +1);  
  end  
end;
```

Чему равна сумма всех напечатанных на экране вызова F(2)?

**Решение (II способ):**

**При  $n \leq 4$**

$$F(n) = n + F(2n) + F(n+1)$$

**При  $n > 4$**

$$F(8) = 8; F(7) = 7; F(6) = 6; F(5) = 5$$

**Найдем значение процедуры:**

$$F(4) = 4 + F(2*4) + F(4+1) = 4 + F(8) + F(5) = 4 + 8 + 5 = 17$$

$$F(3) = 3 + F(2*3) + F(3+1) = 3 + F(6) + F(4) = 3 + 6 + 17 = 26$$

$$F(2) = 2 + F(2*2) + F(2+1) = 2 + F(4) + F(3) = 2 + 17 + 26 = 45$$

# Программирование



**Задание 6. Дан рекурсивный алгоритм**  
**procedure F(n: integer);**

```
begin  
  if n <=4 then  
    begin  
      F(n*2);  
      F(n+1);  
    end;  
  write(n);  
end;
```

Укажите через запятую  
выводимых чисел, и  
напечатает програм  
вызова F(2).

**Решение:**

при  $n \leq 4$   $F(n) = F(2n) + F(n+1) + n$

при  $n > 4$   $F(n) = n$

**Найдем значение процедуры:**

$F(2) = F(2*2) + F(2+1) + 2 = F(4) + F(3) + 2$

$F(3) = F(2*3) + F(3+1) + 3 = F(6) + F(4) + 3$

$F(4) = F(2*4) + F(4+1) + 4 = F(8) + F(5) + 4$

$F(2) = F(8) + F(5) + 4 + F(6) + F(8) + F(5) + 4 + 3 + 2$

**Ответ:**

8,5,4,6,8,5,4,3,2

# Программирование



**Задание 7. Дан рекурсивный алгоритм**  
**procedure F(n: integer);**

```
begin  
  if n <=4 then  
    begin  
      F(n*2);  
      write(n);  
      F(n+1);  
    end;  
  end;
```

Укажите через запятую  
выводимых чисел, и  
напечатает програм  
вызова F(2).

**Решение:**

при  $n \leq 4$   $F(n) = F(2n) + n + F(n+1)$

при  $n > 4$   $F(n) = \text{«не печатает!»}$

**Найдем значение процедуры:**

$F(2) = F(2*2) + 2 + F(2+1) = F(4) + 2 + F(3)$

$F(3) = F(2*3) + 3 + F(3+1) = F(6) + 3 + F(4)$

$F(4) = F(2*4) + 4 + F(4+1) = F(8) + 4 + F(5)$

$F(2) = 4 + 2 + F(3) = 4 + 2 + 3 + F(4) = 4 + 2 + 3 + 4$

**Ответ:**

4,2,3,4

# Программирование



**Задание 8. Дан рекурсивный алгоритм**  
**procedure F(n: integer);**

```
begin  
  if n > 1 then  
    begin  
      F(n-2);  
      write(n);  
      F(n div 2);  
    end;  
  end;
```

**Решение:**

при  $n > 1$   $F(n) = F(n-2) + n + F(n \text{ div } 2)$

при  $n \leq 1$   $F(n) = \text{«не печатает!»}$

**Найдем значение процедуры:**

$F(6) = F(6-2) + 6 + F(6 \text{ div } 2) = F(4) + 6 + F(3)$

$F(4) = F(4-2) + 4 + F(4 \text{ div } 2) = F(2) + 4 + F(2)$

$F(3) = F(3-2) + 3 + F(3 \text{ div } 2) = F(1) + 3 + F(1)$

$F(2) = F(2-2) + 2 + F(2 \text{ div } 2) = F(0) + 2 + F(1)$

$F(6) = F(2) + 4 + F(2) + 6 + F(3) =$

$= F(2) + 4 + F(2) + 6 + 3 = 2 + 4 + 2 + 6 + 3$

**Ответ:**

2,4,2,6,3

Укажите через запятую  
выводимых чисел, и  
напечатает програм  
вызова F(6).

# Программирование



**Задание 9.** Дан рекурсивный алгоритм  
**procedure F(n: integer);**

**Begin**

**write(n);**

**if n > 1 then**

**begin**

**F(n-2);**

**F(n div 2);**

**end;**

**end;**

Укажите через запятую  
выводимых чисел, и  
напечатает програм  
вызова F(5).

**Решение:**

при  $n > 1$   $F(n) = n + F(n-2) + F(n \text{ div } 2)$

при  $n \leq 1$   $F(n) = n$

**Найдем значение процедуры:**

$F(5) = 5 + F(5-2) + F(5 \text{ div } 2) = 5 + F(3) + F(2)$

$F(3) = 3 + F(3-2) + F(3 \text{ div } 2) = 3 + F(1) + F(1)$

$F(2) = 2 + F(2-2) + F(2 \text{ div } 2) = 2 + F(0) + F(1)$

**Получим:**

$F(2) = 2 + 0 + 1$

$F(3) = 3 + 1 + 1$

$F(5) = 5 + 3 + 1 + 1 + 2 + 0 + 1$

**Ответ:** 5,3,1,1,2,0,1



# Программирование

**Задание 10.** Даны два фрагмента алгоритма

```
procedure F(n: integer)
```

```
procedure G(n: integer)
```

```
procedure F(n: integer)
```

```
Begin
```

```
  write('*');
```

```
  if n > 0 then F(n-2) else
```

```
end;
```

```
procedure G(n: integer)
```

```
Begin
```

```
  write('**'); if n > 1 then
```

```
end;
```

СКОЛЬКО СИМВОЛОВ «\*» БУДЕТ  
напечатано на экране при выполнении  
F(20)?

**Решение:**

при  $n > 10$   $F(n) = '*' + F(n-2)$

при  $n \leq 10$   $F(n) = '**' + F(n-3)$

при  $n \leq 1$   $G(n) = '**'$

**Найдем значение процедуры:**

$F(20) = * + F(18)$

$F(1) = 3$

$F(18) = * + F(16)$

$F(4) = 3 + 3 = 6$

$F(16) = * + F(14)$

$F(7) = 3 + 6 = 9$

$F(14) = * + F(12)$

$F(10) = 3 + 9 = 12$

$F(12) = * + F(10)$

$F(12) = 1 + 12 = 13$

$F(10) = * + ** + F(7)$

$F(14) = 1 + 13 = 14$

$F(7) = * + ** + F(4)$

$F(16) = 1 + 14 = 15$

$F(4) = * + ** + F(1)$

$F(18) = 1 + 15 = 16$

$F(1) = * + **$

$F(20) = 1 + 16 = 17$

**Ответ: 17**

# Программирование

## Задачи на закрепление

Задача 1. Дан рекурсивный алгоритм

```
procedure F(n: integer);
```

```
Begin
```

```
  writeln(n);
```

```
  if n < 5 then
```

```
    begin
```

```
      F(n+1);
```

```
      F(n + 2);
```

```
    end;
```

```
  end;
```

**Справка**

при  $n < 5$

$F(n) = n + F(n+1) + F(n+2)$

при  $n \geq 5$

$F(n) = n$

Чему равна сумма выводимых на экран чисел при вызове  $F(1)$ .



Справка



**Ответ: 64**

# Программирование

## Задачи на закрепление

**Задача 2.** Дан рекурсивный алгоритм  
`procedure F(n: integer);`

`Begin`

`writeln(n);`

`if n > 3 then`

`begin`

`F(n-1);`

`F(n-3);`

`end;`

`end;`

**Справка**

при  $n > 3$

$F(n) = n + F(n-1) + F(n-3)$

при  $n \leq 3$

$F(n) = n$

Чему равна сумма выводимых на экран чисел при вызове  $F(5)$ .



Справка



**Ответ: 15**

# Программирование

## Задачи на закрепление

**Задача 3.** Даны два рекурсивных алгоритма

```
procedure F(n: integer); forward;
```

```
procedure G(n: integer); forward
```

```
procedure F(n: integer);
```

```
Begin
```

```
  write('*');
```

```
  if n > 10 then F(n-2) else G(n);
```

```
end;
```

```
procedure G(n: integer);
```

```
Begin
```

```
  write('**'); if n > 0 then F(n-3);
```

```
end;
```

СКОЛЬКО СИМВОЛОВ «ЗВЕЗДОЧКА» БУДЕТ  
НАПЕЧАТАНО НА ЭКРАНЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ F(18)?



**Ответ: 19**



# Программирование

## Задачи на закрепление

**Задача 4.** Даны два рекурсивных алгоритма

```
procedure F(n: integer); forward;
```

```
procedure G(n: integer); forward
```

```
procedure F(n: integer);
```

```
Begin
```

```
  write('*');
```

```
  if n >=2 then F(n-2) else G(n);
```

```
end;
```

```
procedure G(n: integer);
```

```
Begin
```

```
  write('**'); if n >1 then F(n-3);
```

```
end;
```

СКОЛЬКО СИМВОЛОВ «ЗВЕЗДОЧКА» БУДЕТ  
НАПЕЧАТАНО НА ЭКРАНЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ F(22)?



**Ответ: 18**

# Программирование

## Задачи на закрепление

**Задача 5.** Даны два рекурсивных алгоритма

```
procedure F(n: integer); forward;
```

```
procedure G(n: integer); forward
```

```
procedure F(n: integer);
```

```
Begin
```

```
  write(n);
```

```
  if n mod 2 = 0 then F(n div 2)
```

```
    else G((n-1) div 2);
```

```
end;
```

```
  procedure G(n: integer);
```

```
Begin
```

```
  write(n); if n > 0 then F(n);
```

```
end;
```

Какова сумма чисел, напечатанных на экране при выполнении вызова F(17)?



**Ответ: 40**

# Программирование

## Задачи на закрепление

**Задача 6.** Даны два рекурсивных алгоритма

```
procedure F(n: integer); forward;
```

```
procedure G(n: integer); forward
```

```
procedure F(n: integer);
```

```
Begin
```

```
  write(n mod 2);
```

```
  if n mod 2 = 0 then F(n div 2)
```

```
    else G((n-1) div 2);
```

```
end;
```

```
  procedure G(n: integer);
```

```
Begin
```

```
  write(n); if n > 0 then F(n);
```

```
end;
```

Какова сумма чисел, напечатанных на экране при выполнении вызова F(19)?



**Ответ: 16**

# Программирование

## Задачи на закрепление

**Задача 7.** Даны два рекурсивных алгоритма

```
procedure F(n: integer); forward;
```

```
procedure G(n: integer); forward
```

```
procedure F(n: integer);
```

```
Begin
```

```
  write(n mod 2);
```

```
  if n mod 2 = 0 then F(n div 2)
```

```
    else G((n-1) div 2);
```

```
end;
```

```
  procedure G(n: integer);
```

```
Begin
```

```
  write(n mod 2); if n > 0 then F(n);
```

```
end;
```

Сколько нулей будет выведено на экране при выполнении вызова F(21)?



**Ответ: 5**

# Программирование

## Задачи на закрепление

**Задача 8.** Даны два рекурсивных алгоритма

```
procedure F(n: integer); forward;
```

```
procedure G(n: integer); forward
```

```
procedure F(n: integer);
```

```
Begin
```

```
  if n mod 5 = 0 then G(n - 5)
```

```
    else F(n - 3);
```

```
end;
```

```
  procedure G(n: integer);
```

```
Begin
```

```
  write('*'); if n > 0 then F(n - 1);
```

```
end;
```

СКОЛЬКО СИМВОЛОВ «звездочка» БУДЕТ  
напечатано на экране при выполнении вызова  
F(51)?



**Ответ: 4**





**ТЕПЕРЬ И ТЫ**  
знаешь, что такое "рекурсия"

YAPLAKAL.COM



# Список использованной литературы



1. Крылов С.С. ЕГЭ 2017. Информатика Тематические тестовые задания/С.С. Крылов, Д.М. Ушаков.-М.:Издательство «Экзамен», 2017
2. Крылов С.С, Чуркина Т.Е. ЕГЭ. Информатика и ИКТ: типовые экзаменационные варианты: 20 вариантов. -М.:Издательство «Национальное образование», 2017
3. Бражникова О.В. Рекурсия. Рекурсивные алгоритмы  
<http://easyen.ru>
4. Исламов Р.Г. «Рекурсивные алгоритмы». Разбор заданий №11 ЕГЭ по информатике и ИКТ
5. Коротун О.В. Рекурсивные алгоритмы. Задание 11 ЕГЭ.  
[http://proteacher.ru/2015/01/10/Rekursivnye\\_algoritmy\\_1420913156\\_12749.pptx](http://proteacher.ru/2015/01/10/Rekursivnye_algoritmy_1420913156_12749.pptx)
6. Юдин А.Б. Рекурсия  
<http://www.uchportal.ru/load/18-1-0-55354>

# Интернет-ресурсы

Слайд 1, 2 <http://arxweb.net/pictures/raznoe/recursia.jpeg>

Слайд 3-7,17,18,20-36, 44

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b3/Screenshot\\_Recursion\\_via\\_vlc.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b3/Screenshot_Recursion_via_vlc.png)

Слайд 3 [http://lols.ru/uploads/posts/2011-07/1309983680\\_1309964j.jpg](http://lols.ru/uploads/posts/2011-07/1309983680_1309964j.jpg)

Слайд 7 Змей <http://ezolan.ru/image/cache/data/Talisman/smola/kumirnica/95-500x500.jpg>

Зеркала <http://cdn01.ru/files/users/images/92/44/92443e52bffa0b4f29b8075eb6a50193.jpg>

Матрешки

<https://image.jimcdn.com/app/cms/image/transf/none/path/seb6ba021dbaf218c/image/i0b5fd1e834074150/version/1418029668/image.jpg>

Слайд 8 Лем [http://tomuz.ru/uploads/images/1/e/m/lem\\_stanislav\\_kiberiada\\_01\\_skazki\\_robotov.jpg](http://tomuz.ru/uploads/images/1/e/m/lem_stanislav_kiberiada_01_skazki_robotov.jpg)

Портрет <https://fs00.infourok.ru/images/doc/233/91173/2/img4.jpg>

Мастер и Маргарита <http://biblus.ru/pics/7/f/f/1005817671.jpg>

Слайд 9

Гамлет

[http://botinok.co.il/sites/default/files/images/c44e9d5e0c2582fb3bfd9c60e1e36ea5\\_smoktunovskiy\\_gamlet.jpg](http://botinok.co.il/sites/default/files/images/c44e9d5e0c2582fb3bfd9c60e1e36ea5_smoktunovskiy_gamlet.jpg)

Дон Кихот

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/ac/Honoré\\_Daumier\\_017\\_%28Don\\_Quixote%29.jpg/416px-Honoré\\_Daumier\\_017\\_%28Don\\_Quixote%29.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/ac/Honoré_Daumier_017_%28Don_Quixote%29.jpg/416px-Honoré_Daumier_017_%28Don_Quixote%29.jpg)

Война и мир <http://www.abbyreader.ru/pic/fa649070809c3dfb3fa768b4d8fd528a.jpg>

Слайд 10

Поп <http://cdn01.ru/files/users/images/e4/31/e4311658d876f53c249807107fc54648.jpg>

Джек [http://s-marshak.ru/books/d/d27/d27\\_02.jpg](http://s-marshak.ru/books/d/d27/d27_02.jpg)

Слайд 11

[https://lh3.googleusercontent.com/-SqqOCO0nNsk/TKnKgCfpcKI/AAAAAAAAHe4/1E4isRsTzeEJBdFNBeDLDEp\\_RRH-VHnEgCHM/s800/0\\_2910a\\_67b4058a\\_XL.jpg](https://lh3.googleusercontent.com/-SqqOCO0nNsk/TKnKgCfpcKI/AAAAAAAAHe4/1E4isRsTzeEJBdFNBeDLDEp_RRH-VHnEgCHM/s800/0_2910a_67b4058a_XL.jpg)

# Интернет-ресурсы

## Слайд 12 Руки

[https://1.bp.blogspot.com/-fbcn-arPJ-U/VzcSEzMsn0I/AAAAAAAAALfQ/JOwbBZ2BLaMtAL1mNK-e7ZPt\\_OAPkAksgCLcB/s1600/drawing-hands.jpg](https://1.bp.blogspot.com/-fbcn-arPJ-U/VzcSEzMsn0I/AAAAAAAAALfQ/JOwbBZ2BLaMtAL1mNK-e7ZPt_OAPkAksgCLcB/s1600/drawing-hands.jpg)

Галерея <http://escherdroste.math.leidenuniv.nl/images/scan450.jpg>

## Слайд 13 Эйфелева башня

[http://ic.pics.livejournal.com/alexey\\_soloviev/41323646/48823/48823\\_original.jpg](http://ic.pics.livejournal.com/alexey_soloviev/41323646/48823/48823_original.jpg)

Музей <http://akademicheskyy.mos.ru/upload/medialibrary/38e/git.jpg>

Фрактал [http://lurkmore.so/images/a/a8/Fractal\\_pyramid.jpg](http://lurkmore.so/images/a/a8/Fractal_pyramid.jpg)

## Слайд 14 Подсолнух <http://thefaceshop.info/image/data/подсолнечник.jpg>

Дерево [http://slavaveto.ru/notes/images/the\\_tree.jpg](http://slavaveto.ru/notes/images/the_tree.jpg)

Река <http://static.panoramio.com/photos/large/53740152.jpg>

Шишки <http://traffic-moscow.ru/img/elovie-shishki-v-retseptah-narodnoy-meditsini-3.jpg>

## Слайд 15 <http://monemo.ru/uploads/2963/images/ecaeb3a20d09ba73.jpg>

## Слайд 16 [http://picsview.ru/images/930461\\_flag-rossii-s-gerbom-png.jpg](http://picsview.ru/images/930461_flag-rossii-s-gerbom-png.jpg)

## Слайд 17 <http://yavix.ru/i/1/1/7/1f5e585142098e76790c71553053d.jpg>

## Слайд 18 Факториал

[http://a887.phobos.apple.com/us/r30/Purple1/v4/7a/1a/7e/7a1a7e1e-85d1-dbb9-22dc-0491dbc71b71/p\\_r\\_source.png?downloadKey=1428831233\\_243c912f63c872b85a411a2fb282a4f2](http://a887.phobos.apple.com/us/r30/Purple1/v4/7a/1a/7e/7a1a7e1e-85d1-dbb9-22dc-0491dbc71b71/p_r_source.png?downloadKey=1428831233_243c912f63c872b85a411a2fb282a4f2)

Фибоначи <http://binarnyestrategii.ru/wp-content/uploads/2015/10/fibonacci-luchshaya-strategiaya.png>

## Слайд 19 [http://perego-shop.ru/gallery/images/1223129\\_zolotoe-sechenie-v-kosmose.jpg](http://perego-shop.ru/gallery/images/1223129_zolotoe-sechenie-v-kosmose.jpg)

## Слайд 21-36

Человечек <http://sch2.luninec.edu.by/be/sm.aspx?guid=6463>

## Слайд 37-42

[http://ivanov-shkola-70.myjino.ru/informatika\\_06\\_fgos/par\\_17/ris\\_62.png](http://ivanov-shkola-70.myjino.ru/informatika_06_fgos/par_17/ris_62.png)

## Слайд 43 [http://s00.yaplakal.com/pics/pics\\_original/0/5/2/377250.jpg](http://s00.yaplakal.com/pics/pics_original/0/5/2/377250.jpg)