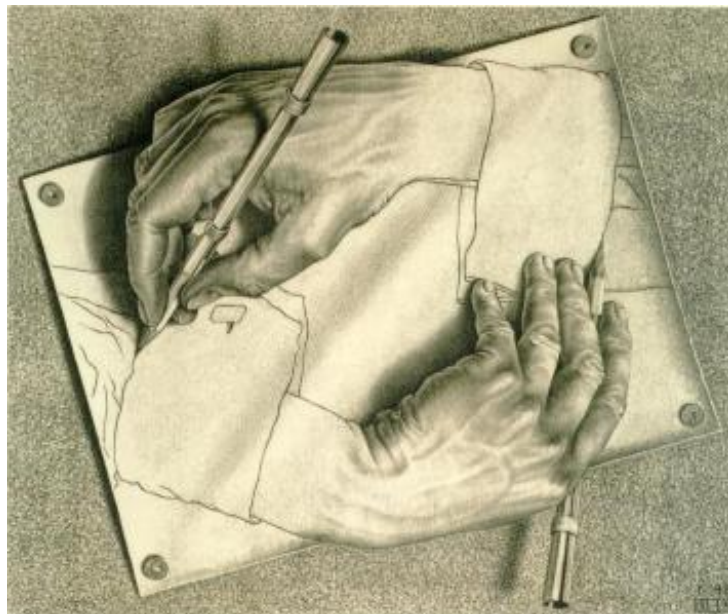




# Рекурсия

---

# Примеры рекурсии



Гравюра Мориса Эшера  
«Рисующие руки»

***Вот дом.  
Который построил Джек.***

***А это пшеница.  
Которая в тёмном чулане  
хранится***

***В доме,  
Который построил Джек.***

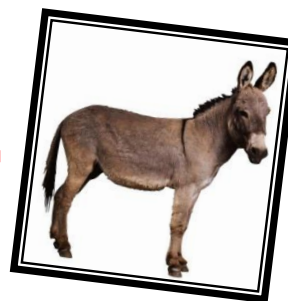
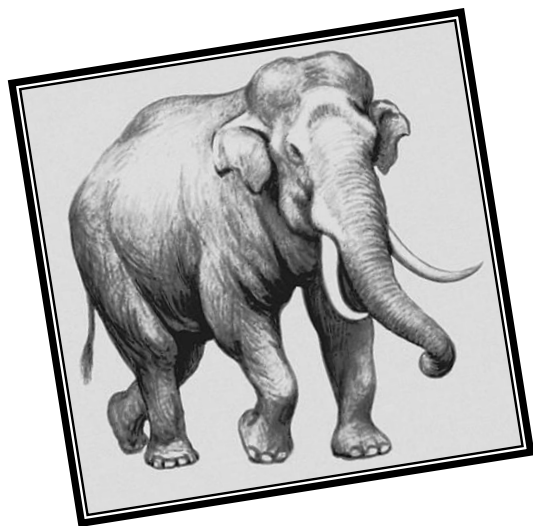
***А это весёлая птица-синица,  
Которая ловко ворует  
пшеницу,  
Которая в тёмном чулане  
хранится***

***В доме,  
Который построил Джек.***

***...***

# Преимущества использования рекурсии

bigger(elephant, horse).  
bigger(horse, donkey).  
bigger(donkey, dog).  
bigger(donkey, monkey).



# Преимущества использования рекурсии

## clauses

bigger(elephant, horse).

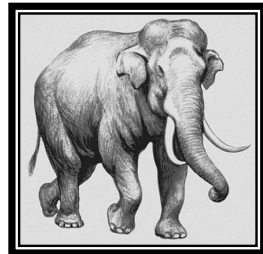
bigger(horse, donkey).

bigger(donkey, dog).

bigger(donkey, monkey).

**Goal:** bigger(donkey, elephant).

**No**



Информации, сообщенной системе, недостаточно для доказательства того, что слон больше обезьяны.

# Преимущества использования рекурсии

## clauses

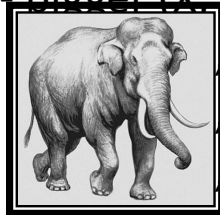
```
bigger(elephant, horse).  
bigger(horse, donkey).  
bigger(donkey, dog).  
bigger(donkey, monkey).
```

```
bigger_2(X, Y) :- bigger(X, Z1),  
bigger_2(X, Y) :- bigger(X, Z2),  
bigger(Z2, Y).
```

**goal** bigger\_2(elephant, monkey).

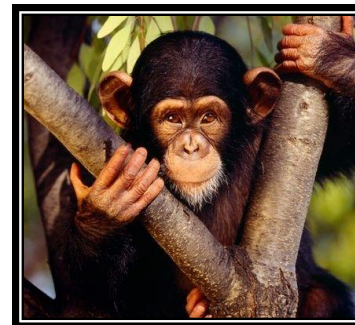
```
bigger_2(X, Y) :- bigger(X, Z1),  
bigger(Z1, Z2),  
bigger(Z2, Y).
```

```
bigger_2(X, Y) :- bigger(X, Z1),  
bigger(Z1, Z2),  
bigger(Z2, Z3),  
bigger(Z3, Y).
```



...

**Способ 1:** доработать  
отношение bigger\_2  
помощью его самого.



# Факториал

**Факториал числа  $n$  ( $n!$ ) — произведение всех натуральных чисел до  $n$  включительно:**

$$n! = 1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot n = \prod_{i=1}^n i$$

По определению,  $0!$  равен 1.

Рекурсивная функция определения факториала:

$$n! = \begin{cases} 1, & n = 0. \\ n \cdot (n - 1)!, & n > 0. \end{cases}$$

# Пример 1

## predicates

fact (integer, integer)

## clauses

fact(0,1) :- !.

fact(N,F):-

N1 = N -1,  
fact(N1, F1),  
F = F1 \* N.

## goal

fact(4, X),write(X).

{N1 = 0}

? fact(4, X).

X = F = 24

? fact(3, F1).

F = F1\*4 F = 6\*4 = 24

? fact(2, F1).

F = F1\*3 F = 2\*3 = 6

? fact(1, F1).

F = F1\*2 F = 1\*2 = 2

? fact(0, F1).

F = F1\*1 F = 1\*1 = 1

F1 = 1

## Пример 2

### predicates

```
fact(integer, integer)
f(integer, integer, integer, integer)
```

### clauses

```
fact(N,F):- f(N, F, 0, 1).
f(N, F, N, F):- !.
f(N, F, N1, F1):- N11 = N1+1,      {N11 = 3}
                  F11 = F1*N11,    {F11 = 84}
                  f(N, F, N11, F11).
```

### goal

```
fact(4,X),write(X).
```

$$4! = 6 * 4 = 24$$



$$3! = 3 * 2 = 6$$



$$2! = 2 * 1 = 2$$



$$1! = 1 * 1 = 1$$



$$0! = 1$$

**Необобщенная рекурсия** - это такая организация вычислительного процесса, когда часть вычислений, подлежащих повторению, полностью завершается до рекурсивного вызова определяемого предиката.