



# Алгоритмы и алгоритмические языки

## *Лекция 12*

Процедуры в языке Паскаль (продолжение).  
Рекурсивные процедуры и  
примеры их использования.



# Язык Паскаль. Процедуры

Описание процедуры и оператор процедуры.

Формальные параметры и фактические параметры.

Передача параметров по значению и по ссылке.

Семантика оператора процедуры.

Принцип локализации



# Язык Паскаль. Примеры процедур

```
const n=10;
type vector = array [1..n] of real;
var a,b :real;
    k :integer;
    m :vector;

procedure add (x :real; var y :real);
begin
    x := x + 1.1;
    y := y + 1.1
end;

begin ... {ввод массива m}
    a:=1.8; b:=2.8; k:=0;
    ... {примеры вызовов процедуры}
end.
```



# Массивы – параметры процедур

```
const n=10;
type vector = array [1..n] of real;
var a,b :real;
    k :integer;
    m :vector;

procedure print (var A : vector);
var i :integer;
begin
    for i:=1 to n do
        write(A[i], ' ');
    writeln;
end;
```

- Указано имя регулярного типа (не конструктор)
- Передача параметра-массива по ссылке



# Работа с упакованным массивом

```
const n=10;
type pvector = packed array [1..n] of boolean;
var z :pvector;

procedure test (a :boolean; var b :boolean);
begin
  {тело процедуры}
end;

begin
  ...
  test(z[1], z[1]);
  ...
```



# Следствия из семантики оператора процедуры

1. Результат процедуры – только параметр переменная
2. Параметр-значение – дополнительная переменная
3. Сложные типы – параметры переменные
4. Параметры значения - нужны
5. Соответствие типов параметров

Формальный параметр	Фактический параметр	Соотношение типов
$x : T1$ (по значению)	Выражение типа $T2$	$T1 := T2$
$\text{var } x : T1$ (по ссылке)	Переменная типа $T2$	$T1 = T2$



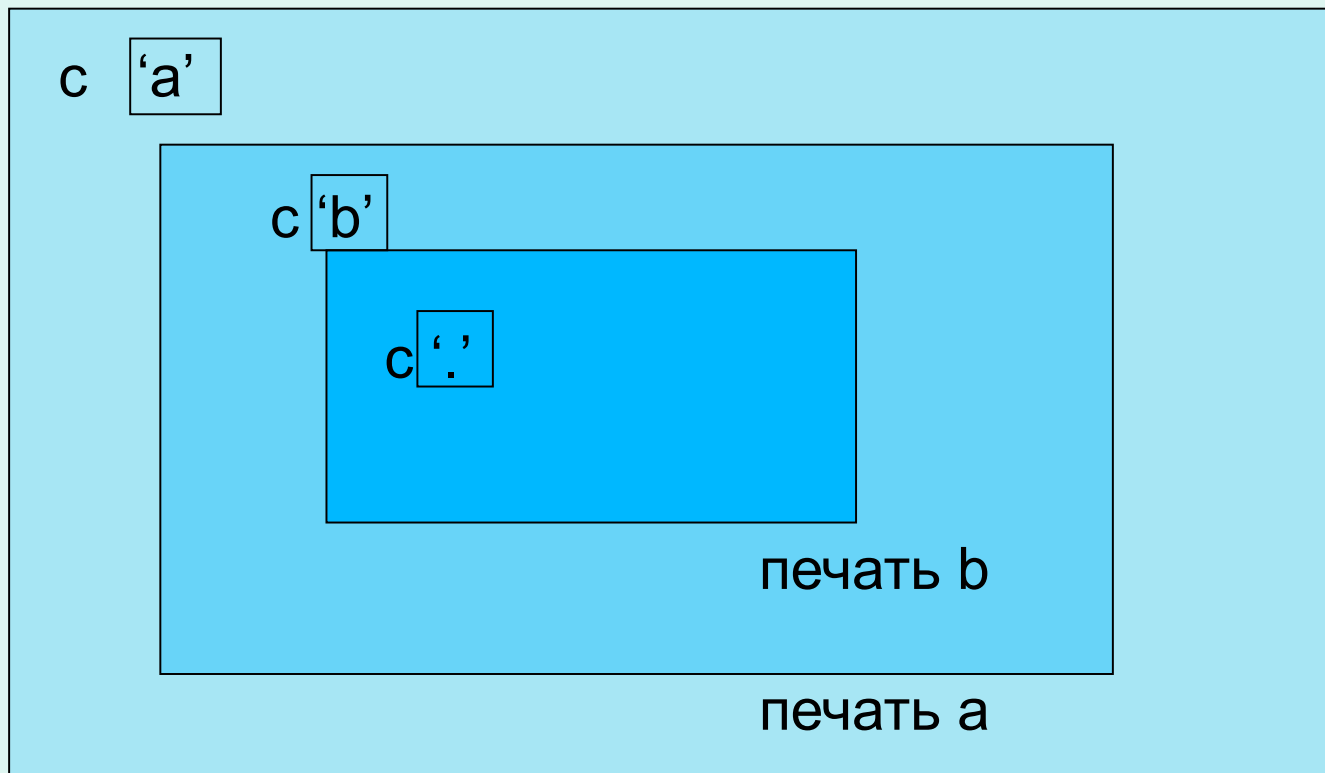
# Рекурсивные процедуры

Пример.

Печать текста в обратном порядке.

```
procedure ReversePrint;
```

Вход:  
ab.





# Задача «Ханойские башни»

## Правила:

1. На каждом шаге переносится только 1 диск
2. С каждого колышка можно снимать только верхний диск
3. Диск большего размера нельзя ставить на диск меньшего размера.

64 диска – 18 446744 073 709 551 615 перемещений  
Если перемещение 1 диска занимает 1 секунду, при  
круглосуточной работе ~ 584 млрд. лет



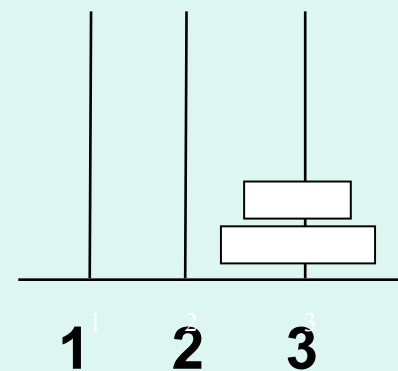
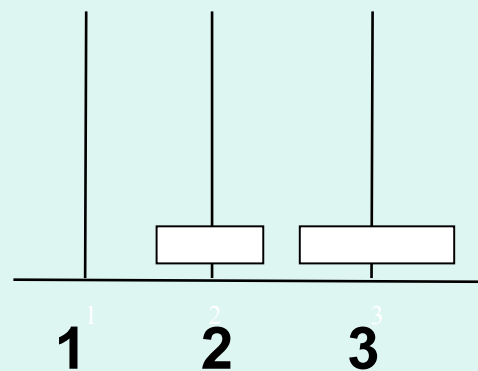
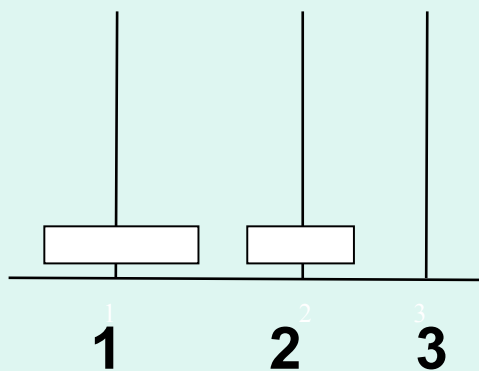
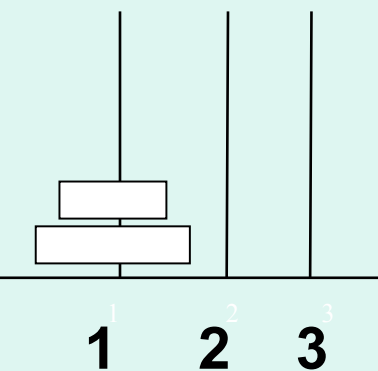
# Задача «Ханойские башни»

Решение для  $n=2$

1→2

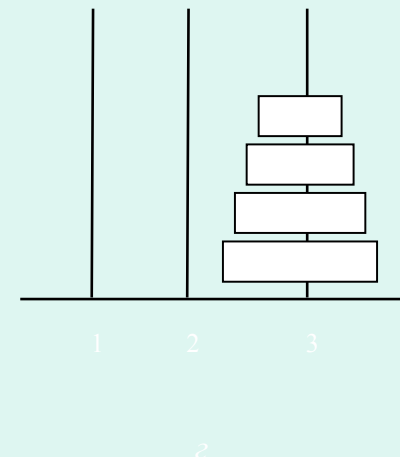
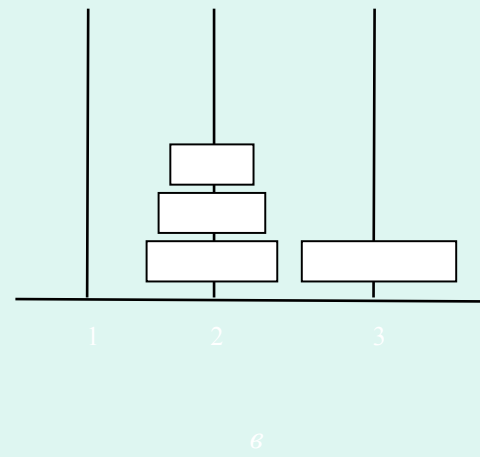
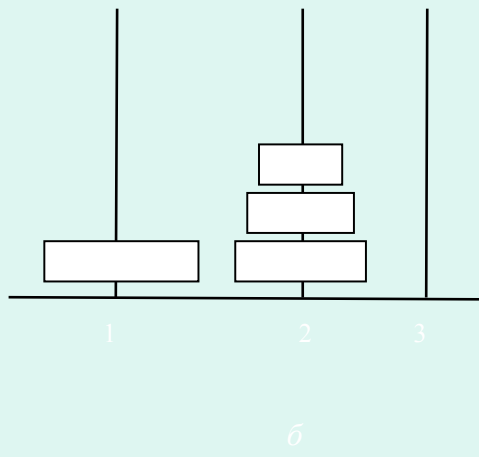
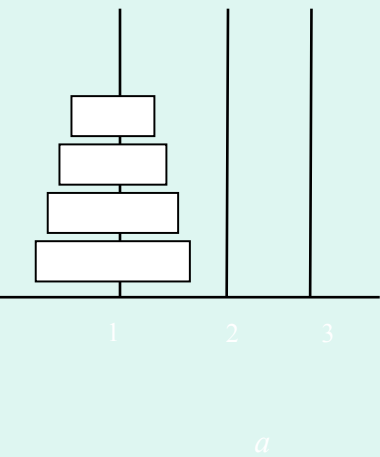
1→3

2→3



# Задача «Ханойские башни»

n ДИСКОВ



**Обобщенная задача:**

перенести  $m$  дисков с  $k_1$  на  $k_3$ , используя  $k_2$  в качестве  
вспомогательного

**$\text{Hanoi}(m, k_1, k_2, k_3)$**





# Быстрая сортировка массива (quicksort)

Автор – **C.A.R. Hoare**

Метод сортировки был разработан при решении задачи машинного перевода



# Быстрая сортировка массива (quicksort)

**Quicksort** ( $A, l, r$ )

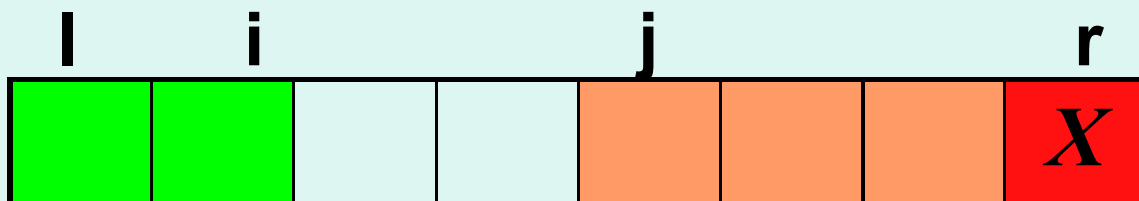
*if*  $l < r$  *then*

*Partition*( $A, l, r, q$ )

*Quicksort*( $A, l, q-1$ )

*Quicksort*( $A, q+1, r$ )

**Partition** – процедура разбиения массива без использования дополнительной памяти



$A[l] .. A[i] \leq X$

$A[i+1] .. A[j-1] > X$

$A[j] .. A[r-1]$  – любые (еще не просмотрены)

# Быстрая сортировка массива (quicksort)

$i$	$l, j$						$r$	
	2	8	7	1	3	5	6	4

$l, i$	$j$						$r$
2	8	7	1	3	5	6	4

$l, i$	$j$						$r$
2	8	7	1	3	5	6	4

$l, i$	$j$						$r$
2	8	7	1	3	5	6	4

$l$	$i$		$j$				$r$
2	1	7	8	3	5	6	4

$l$	$i$	$j$					$r$
2	1	3	8	7	5	6	4

$l$		$i$			$j$		$r$
2	1	3	8	7	5	6	4

$l$		$i$				$j, r$	
2	1	3	8	7	5	6	4

2	1	3	4	7	5	6	8
---	---	---	---	---	---	---	---

*Далее применим метод к левой и правой частям массива.*