

# Программирование на языке Паскаль

§ 62. Массивы

§ 63. Алгоритмы обработки массивов

§ 64. Сортировка

§ 65. Двоичный поиск

§ 66. Символьные строки

§ 67. Матрицы

§ 68. Работа с файлами

# Программирование на языке Паскаль

## § 62. Массивы

# Что такое массив?

---



Как ввести 10000 переменных?

**Массив** – это группа переменных одного типа, расположенных в памяти рядом (в соседних ячейках) и имеющих общее имя. Каждая ячейка в массиве имеет уникальный номер.

**Надо:**

- выделять память
- записывать данные в нужную ячейку
- читать данные из ячейки

# Выделение памяти (объявление)

МИНИМАЛЬНЫЙ  
ИНДЕКС

МАКСИМАЛЬНЫЙ  
ИНДЕКС

```
var A: array[1..5] of integer;  
    V: array[0..5] of real;  
    L: array[-5..5] of boolean;  
    S: array[65..90] of char;
```

размер через  
КОНСТАНТУ



Зачем?

```
const N = 10;  
var A: array[1..N] of integer;
```

## Что неправильно?

```
var A: array [1..1] of integer;
```

...

```
A[5] := 4.5;
```

```
var A: array [1..10] of integer;
```

...

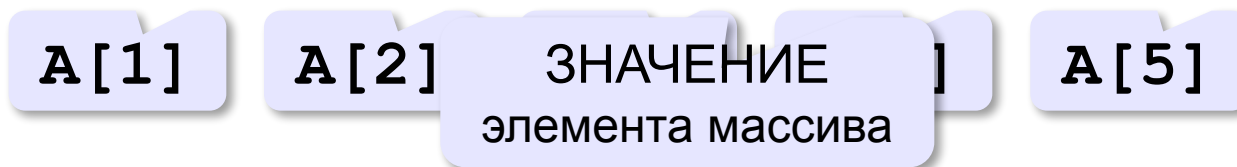
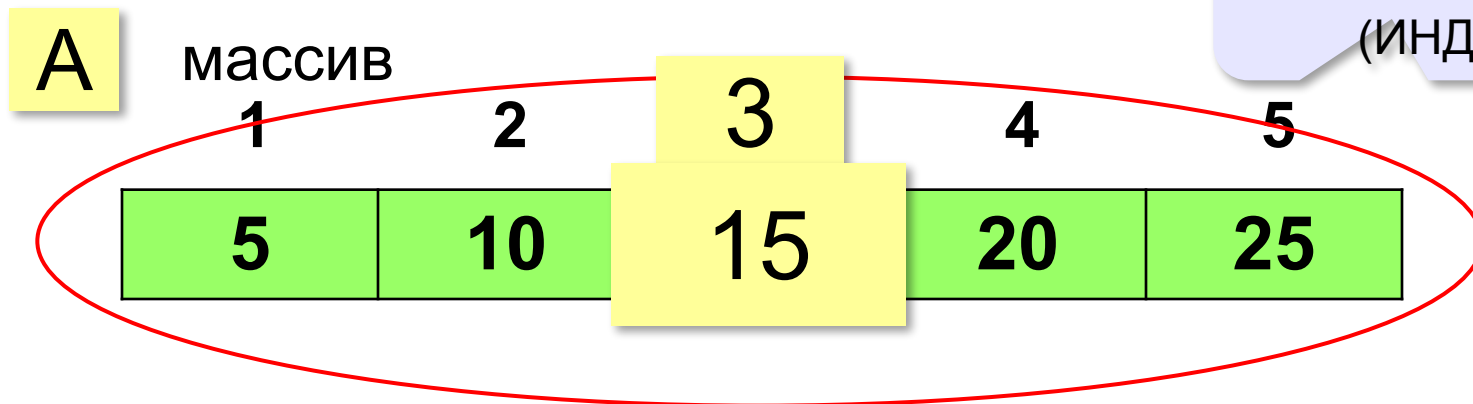
```
A[15] := 'a';
```

```
var a: array ['a'..'z'] of integer;
```

...

```
A['b'] := 15;
```

# Обращение к элементу массива



НОМЕР (ИНДЕКС)  
элемента массива: 2



**ЗНАЧЕНИЕ**  
элемента массива: 10

# Как обработать все элементы массива?

## Объявление:

```
const N = 5;  
var A: array[1..N] of integer;
```

## Обработка:

```
{ обработать A[1] }  
{ обработать A[2] }  
{ обработать A[3] }  
{ обработать A[4] }  
{ обработать A[5] }
```



1) если N велико (1000, 1000000)?

2) при изменении N программа не должна меняться!

# Как обработать все элементы массива?

## Обработка с переменной:

```
i := 1;  
{ обработать A[i] }  
i := i + 1;  
{ обработать A[i] }  
i := i + 1;  
{ обработать A[i] }  
i := i + 1;  
{ обработать A[i] }  
i := i + 1;  
{ обработать A[i] }  
  
i := i + 1;
```

## Обработка в цикле:

```
i := 1;  
while i <= N do begin  
    { обработать A[i] }  
    i := i + 1;  
end;
```

## Цикл с переменной:

```
for i:=1 to N do begin  
    { обработать A[i] }  
end;
```



## Заполнение массива

```
program Arr;  
const N = 10;  
var A: array[1..N] of integer;  
    i: integer;  
begin  
    for i:=1 to N do  
        A[i] := i*i;  
end.
```



Чему равен A[9]?

# Ввод с клавиатуры и вывод на экран

## Объявление:

```
const N = 5;  
var A: array[1..N] of integer;  
    i: integer;
```

## Ввод с клавиатуры:

```
for i:=1 to N do begin  
    write('A[', i, ']=');  
    read ( A[i] )  
end;
```



Почему  
write?

A[1] = 5

A[2] = 12

A[3] = 34

A[4] = 56

A[5] = 13

## Вывод на экран:

```
writeln('Массив A:');  
for i:=1 to N do  
    write(A[i]:4);
```



Зачем «:4»?

# Заполнение случайными числами

---

*Задача.* Заполнить массив (псевдо)случайными целыми числами в диапазоне от 20 до 100.

```
for i:=1 to N do begin
  A[i]:= 20 + random(81);
  write(A[i], ' ')
end;
```

# Перебор элементов

---

## Общая схема:

```
for i:=1 to N do begin
    ... { сделать что-то с A[i] }
end;
```

## Подсчёт нужных элементов:

*Задача.* В массиве записаны данные о росте баскетболистов. Сколько из них имеет рост больше 180 см, но меньше 190 см?

```
count:= 0;
for i:=1 to N do
    if (180 < A[i]) and (A[i] < 190) then
        count:= count + 1;
```

# Перебор элементов

---

## Среднее арифметическое:

```
count:= 0; sum:= 0;
for i:=1 to N do
  if (180 < A[i]) and (A[i] < 190)
  then begin
    count:= count + 1;
    sum:= sum + A[i]
  end;
write (sum/count) ;
```

среднее  
арифметическое

# Задачи

---

**«А»:** Заполните массив случайными числами в интервале  $[0,100]$  и найдите среднее арифметическое его значений.

**Пример:**

**Массив :**

**1 2 3 4 5**

**Среднее арифметическое 3.000**

**«В»:** Заполните массив случайными числами в интервале  $[0,100]$  и подсчитайте отдельно среднее значение всех элементов, которые  $<50$ , и среднее значение всех элементов, которые  $\geq 50$ .

**Пример:**

**Массив :**

**3 2 52 4 60**

**Ср. арифм. элементов  $[0, 50)$  : 3.000**

**Ср. арифм. элементов  $[50, 100]$  : 56.000**

# Задачи

---

**«С»:** Заполните массив из  $N$  элементов случайными числами в интервале  $[1, N]$  так, чтобы в массив обязательно вошли все числа от 1 до  $N$  (постройте случайную перестановку).

**Пример:**

**Массив :**

3 2 1 4 5

# Программирование на языке Паскаль

## **§ 63. Алгоритмы обработки массивов**



# Поиск в массиве

Найти элемент, равный X:

```
i := 1;  
while A[i] <> X do  
  i := i + 1;  
write('A[' , i , ']= ' , X) ;
```



Что плохо?

```
i := 1;  
while (i <= N) and (A[i] <> X) do  
  i := i + 1;  
if i <= N then  
  write('A[' , i , ']= ' , X)  
else write('Не нашли! ' ) ;
```

должно быть первым!



Что если такого нет?

# Поиск в массиве

## Вариант с досрочным выходом:

```
nX := 0;  
for i := 1 to N do  
  if A[i] = X then begin  
    nX := i;  
    break  
  end;  
if nX > 0 then  
  write('A[', i, ']=', X)  
else write('Не нашли!');
```

досрочный  
выход из  
цикла

# Задачи

---

**«А»:** Заполните массив случайными числами в интервале  $[0,5]$ . Введите число  $X$  и найдите все значения, равные  $X$ .

**Пример:**

**Массив :**

1 2 3 1 2

**Что ищем:**

2

**Нашли:**  $A[2]=2$ ,  $A[5]=2$

**Пример:**

**Массив :**

1 2 3 1 2

**Что ищем:**

6

**Ничего не нашли.**

# Задачи

---

**«В»:** Заполните массив случайными числами в интервале  $[0,5]$ . Определить, есть ли в нем элементы с одинаковыми значениями, стоящие рядом.

**Пример:**

**Массив :**

1 2 3 3 2 1

**Есть : 3**

**Пример:**

**Массив :**

1 2 3 4 2 1

**Нет**

# Задачи

---

**«С»:** Заполните массив случайными числами. Определить, есть ли в нем элементы с одинаковыми значениями, не обязательно стоящие рядом.

**Пример:**

**Массив :**

3 2 1 3 2 5

**Есть :** 3, 2

**Пример:**

**Массив :**

3 2 1 4 0 5

**Нет**

# Максимальный элемент

```
M := A[1];  
for i := 2 to N do  
  if A[i] > M then  
    M := A[i];  
write (M);
```



Как найти его номер?

```
M := A[1]; nMax := 1;  
for i := 2 to N do  
  if A[i] > M then begin  
    M := A[i];  
    nMax := i;  
  end;  
write ('A[', nMax, ']=', M);
```



Что можно улучшить?

# Максимальный элемент и его номер



По номеру элемента можно найти значение!

```
nMax := 1;  
for i := 2 to N do  
    if A[i] > A[nMax] then  
        nMax := i;  
write('A[' , nMax , ' ] = ' , A[nMax] );
```

# Задачи

---

**«А»:** Заполнить массив случайными числами и найти минимальный и максимальный элементы массива и их номера.

**Пример:**

**Массив :**

1 2 3 4 5

**Минимальный элемент:  $A[1]=1$**

**Максимальный элемент:  $A[5]=5$**

**«В»:** Заполнить массив случайными числами и найти два максимальных элемента массива и их номера.

**Пример:**

**Массив :**

5 5 3 4 1

**Максимальный элемент:  $A[1]=5$**

**Второй максимум:  $A[2]=5$**



# Задачи

---

**«С»:** Введите массив с клавиатуры и найдите (за один проход) количество элементов, имеющих максимальное значение.

**Пример:**

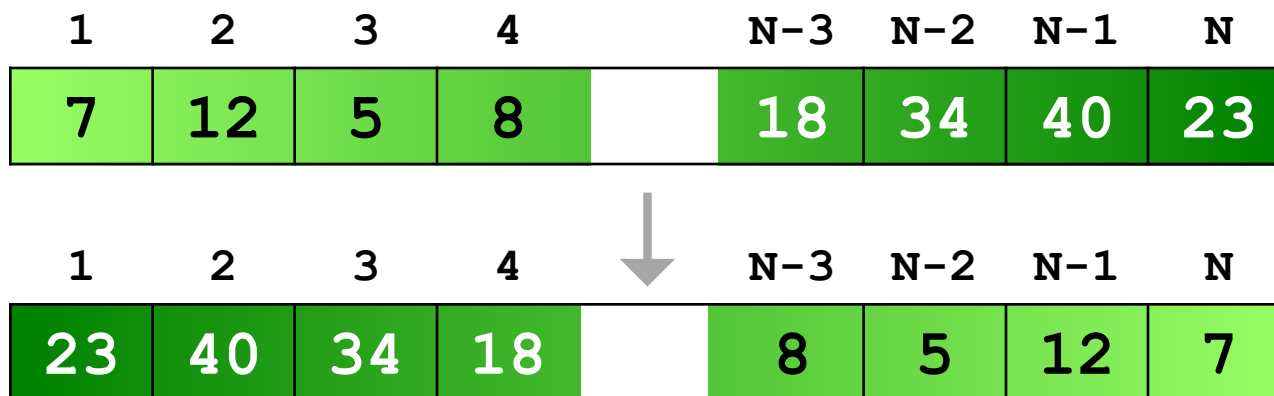
**Массив :**

**3 4 5 5 3 4 5**

**Максимальное значение 5**

**Количество элементов 3**

# Реверс массива



«Простое» решение:

остановиться на середине!

```
for i := 1 to N div 2 do
  поменять местами A[i] и A[N+1-i]
```

**?** Что плохо?

# Реверс массива

---

```
for i := 1 to N div 2 do begin
  c := A[i];
  A[i] := A[N+1-i];
  A[N+1-i] := c;
end;
```



\*Как обойтись без переменной c?

# Циклический сдвиг элементов

1	2	3	4		N-3	N-2	N-1	N
7	12	5	8		18	34	40	23
				↓				
1	2	3	4		N-3	N-2	N-1	N
12	5	8	15		34	40	23	7

«Простое» решение:

```
for i := 1 to N-1 do
  A[i] := A[i+1]
```

?

Почему не до N?

?

Что плохо?

# Задачи

---

**«А»:** Заполнить массив случайными числами и выполнить циклический сдвиг элементов массива вправо на 1 элемент.

**Пример:**

**Массив :**

1 2 3 4 5 6

**Результат:**

6 1 2 3 4 5

**«В»:** Массив имеет четное число элементов. Заполнить массив случайными числами и выполнить реверс отдельно в первой половине и второй половине.

**Пример:**

**Массив :**

1 2 3 4 5 6

**Результат:**

3 2 1 6 5 4

# Задачи

---

**«С»:** Заполнить массив случайными числами в интервале  $[-100, 100]$  и переставить элементы так, чтобы все положительные элементы стояли в начала массива, а все отрицательные и нули – в конце. Вычислите количество положительных элементов.

**Пример:**

**Массив :**

20 -90 15 -34 10 0

**Результат:**

20 15 10 -90 -34 0

**Количество положительных элементов : 3**

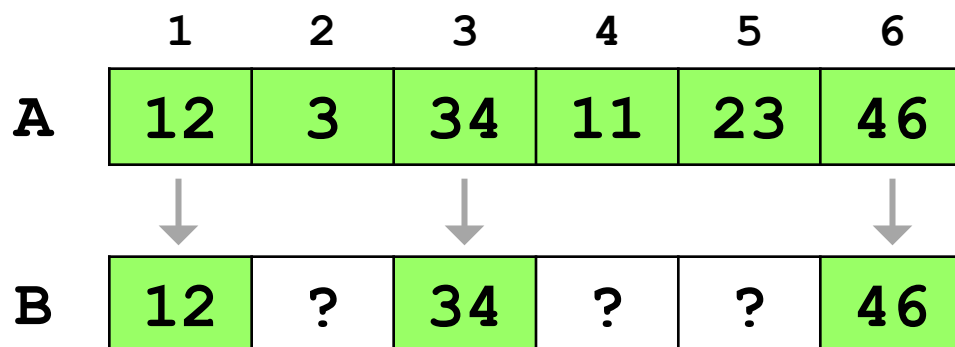
# Отбор нужных элементов

**Задача.** Отобрать элементы массива **A**, удовлетворяющие некоторому условию, в массив **B**.

«Простое» решение:

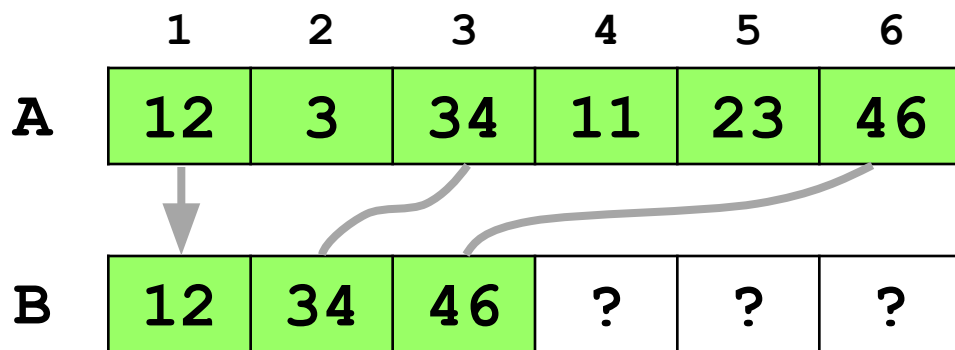
```
for i := 1 to N do  
  if условие выполняется для A[i] then  
    B[i] := A[i];
```

Что плохо?



выбрать чётные  
элементы

# Отбор нужных элементов



выбрать чётные  
элементы

```

count := 0; { счётчик }
for i := 1 to N do
  if A[i] mod 2 = 0 then begin
    count := count + 1;
    B[count] := A[i];
  end;

```



Если A и B – один и тот же массив?



Как вывести на экран?

```

for i := 1 to count do
  write(B[i], ' ');

```



# Задачи

---

**«А»:** Заполнить массив случайными числами в интервале  $[-10, 10]$  и отобразить в другой массив все чётные отрицательные числа.

**Пример:**

**Массив А:**

-5 6 7 -4 -6 8 -8

**Массив В:**

-4 -6 -8

**«В»:** Заполнить массив случайными числами в интервале  $[0, 100]$  и отобразить в другой массив все простые числа. Используйте логическую функцию, которая определяет, является ли переданное ей число простым.

**Пример:**

**Массив А:**

12 13 85 96 47

**Массив В:**

13 47

# Задачи

---

**«С»:** Заполнить массив случайными числами и отобразить в другой массив все числа Фибоначчи. Используйте логическую функцию, которая определяет, является ли переданное ей число числом Фибоначчи.

**Пример:**

**Массив А:**

12 13 85 34 47

**Массив В:**

13 34

# Программирование на языке Паскаль

## § 64. Сортировка

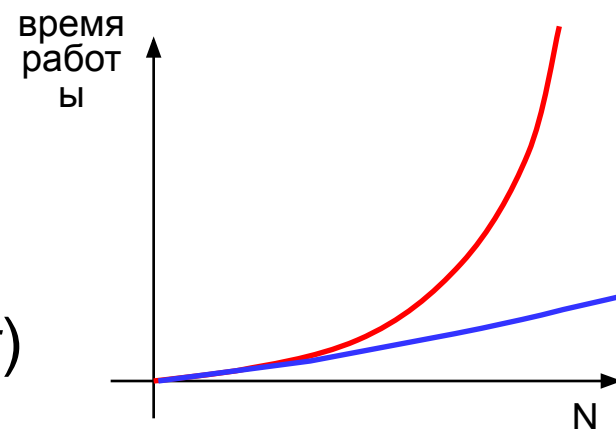
# Что такое сортировка?

**Сортировка** – это расстановка элементов массива в заданном порядке.

...по возрастанию, убыванию, последней цифре, сумме делителей, по алфавиту, ...

## Алгоритмы:

- простые и понятные, но неэффективные для больших массивов
  - **метод пузырька**
  - **метод выбора**
- сложные, но эффективные
  - **«быстрая сортировка»** (*QuickSort*)
  - сортировка «кучей» (*HeapSort*)
  - сортировка слиянием (*MergeSort*)
  - пирамидальная сортировка

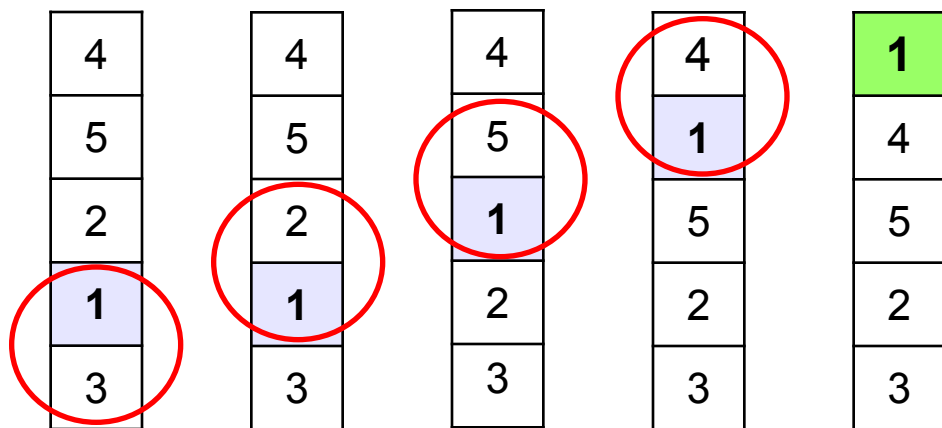


# Метод пузырька (сортировка обменами)

*Идея:* пузырек воздуха в стакане воды поднимается со дна вверх.

Для массивов – **самый маленький** («легкий» элемент перемещается вверх («всплывает»)).

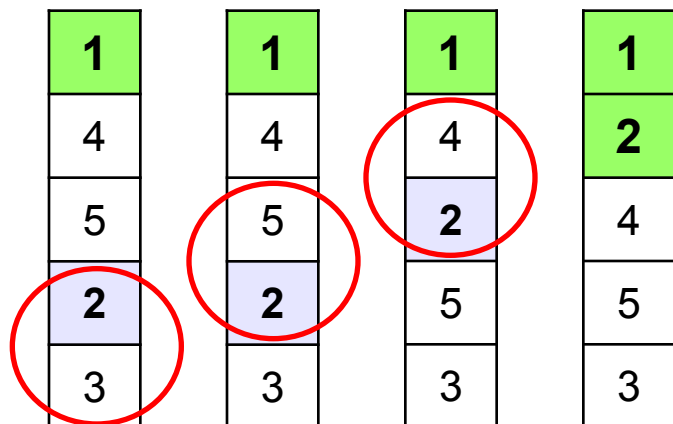
## 1-й проход:



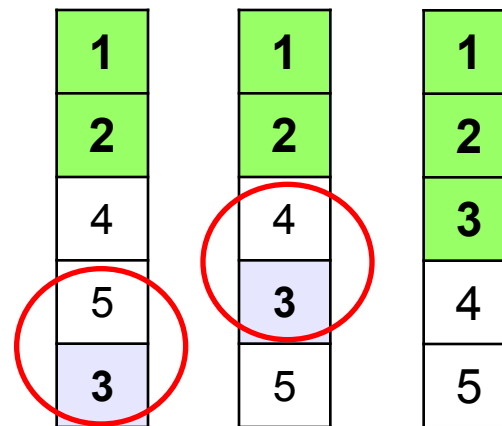
- сравниваем два соседних элемента; если они стоят «неправильно», меняем их местами
- за 1 проход по массиву **один** элемент (самый маленький) становится на свое место

# Метод пузырька

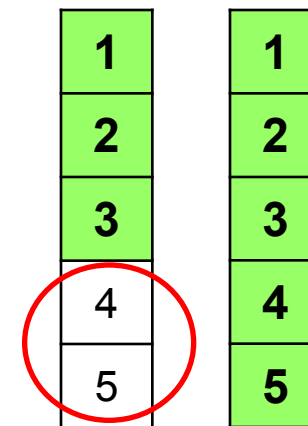
2-й проход:



3-й проход:



4-й проход:



Для сортировки массива из  $N$  элементов нужен  $N-1$  проход (достаточно поставить на свои места  $N-1$  элементов).

# Метод пузырька

## 1-й проход:

```
for j:=N-1 downto 1 do
  if A[j+1]< A[j] then begin
    { поменять местами A[j] и A[j+1] }
  end;
```

единственное  
отличие!

## 2-й проход:

```
for j:=N-1 downto 2 do
  if A[j+1]< A[j] then begin
    { поменять местами A[j] и A[j+1] }
  end;
```

# Метод пузырька

```
for i:=1 to N-1 do
  for j:=N-1 downto i do
    if A[j+1]< A[j] then begin
      { поменять местами A[j] и A[j+1] }
    end;
```



Как написать метод «камня»?



Как сделать рекурсивный вариант?



# Задачи

---

- «А»: Напишите программу, в которой сортировка выполняется «методом камня» – самый «тяжёлый» элемент опускается в конец массива.
- «В»: Напишите вариант метода пузырька, который заканчивает работу, если на очередном шаге внешнего цикла не было перестановок.
- «С»: Напишите программу, которая сортирует массив по убыванию суммы цифр числа. Используйте функцию, которая определяет сумму цифр числа.

## Метод выбора (минимального элемента)

---

*Идея:* найти минимальный элемент и поставить его на первое место.

```
for i := 1 to N-1 do begin
  { найти номер nMin минимального элемента
    из A[i]..A[N] }
  if i <> nMin then begin
    { поменять местами A[i] и A[nMin] }
  end
end;
```

## Метод выбора (минимального элемента)

```
for i:=1 to N-1 do begin
  nMin:=i;
  for j:=i+1 to N do
    if A[j] < A[nMin] then
      nMin:=j;
  if i <> nMin then begin
    { поменять местами A[i] и A[nMin] }
  end
end;
```



Как поменять местами два значения?

# Задачи

---

**«А»:** Массив содержит четное количество элементов. Напишите программу, которая сортирует первую половину массива по возрастанию, а вторую – по убыванию. Каждый элемент должен остаться в «своей» половине.

**Пример:**

**Массив :**

5 3 4 2 1 6 3 2

**После сортировки :**

2 3 4 5 6 3 2 1

# Задачи

---

**«В»:** Напишите программу, которая сортирует массив и находит количество различных чисел в нем.

**Пример:**

**Массив :**

**5 3 4 2 1 6 3 2 4**

**После сортировки:**

**1 2 2 3 3 4 4 5 6**

**Различных чисел: 5**

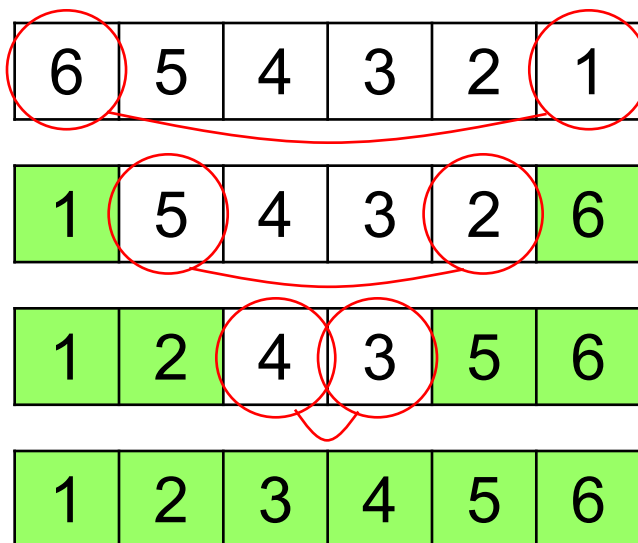
**«С»:** Напишите программу, которая сравнивает число перестановок элементов при использовании сортировки «пузырьком» и методом выбора. Проверьте ее на разных массивах, содержащих 1000 случайных элементов, вычислите среднее число перестановок для каждого метода.

# Быстрая сортировка (*QuickSort*)



Ч.Э.Хоар

*Идея:* выгоднее переставлять элементы, который находятся дальше друг от друга.

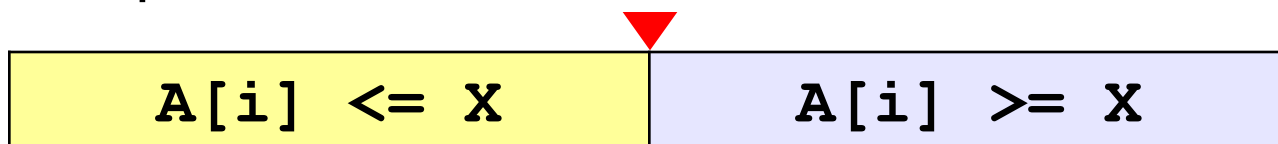


Для массива из  $N$  элементов нужно всего  $N/2$  обменов!

# Быстрая сортировка

**Шаг 1:** выбрать некоторый элемент массива  $X$

**Шаг 2:** переставить элементы так:



при сортировке элементы не покидают « свою область »!

**Шаг 3:** так же отсортировать две получившиеся области

Разделяй и властвуй (англ. *divide and conquer*)

78	6	82	67	55	44	34
----	---	----	----	----	----	----



Как лучше выбрать  $X$ ?

**Медиана** – такое значение  $X$ , что слева и справа от него в отсортированном массиве стоит одинаковое число элементов (*для этого надо отсортировать массив...*).

# Быстрая сортировка

---

## Разделение:

1) выбрать средний элемент массива ( $x=67$ )

78	6	82	67	55	44	34
----	---	----	----	----	----	----

2) установить  $L := 1$ ,  $R := N$

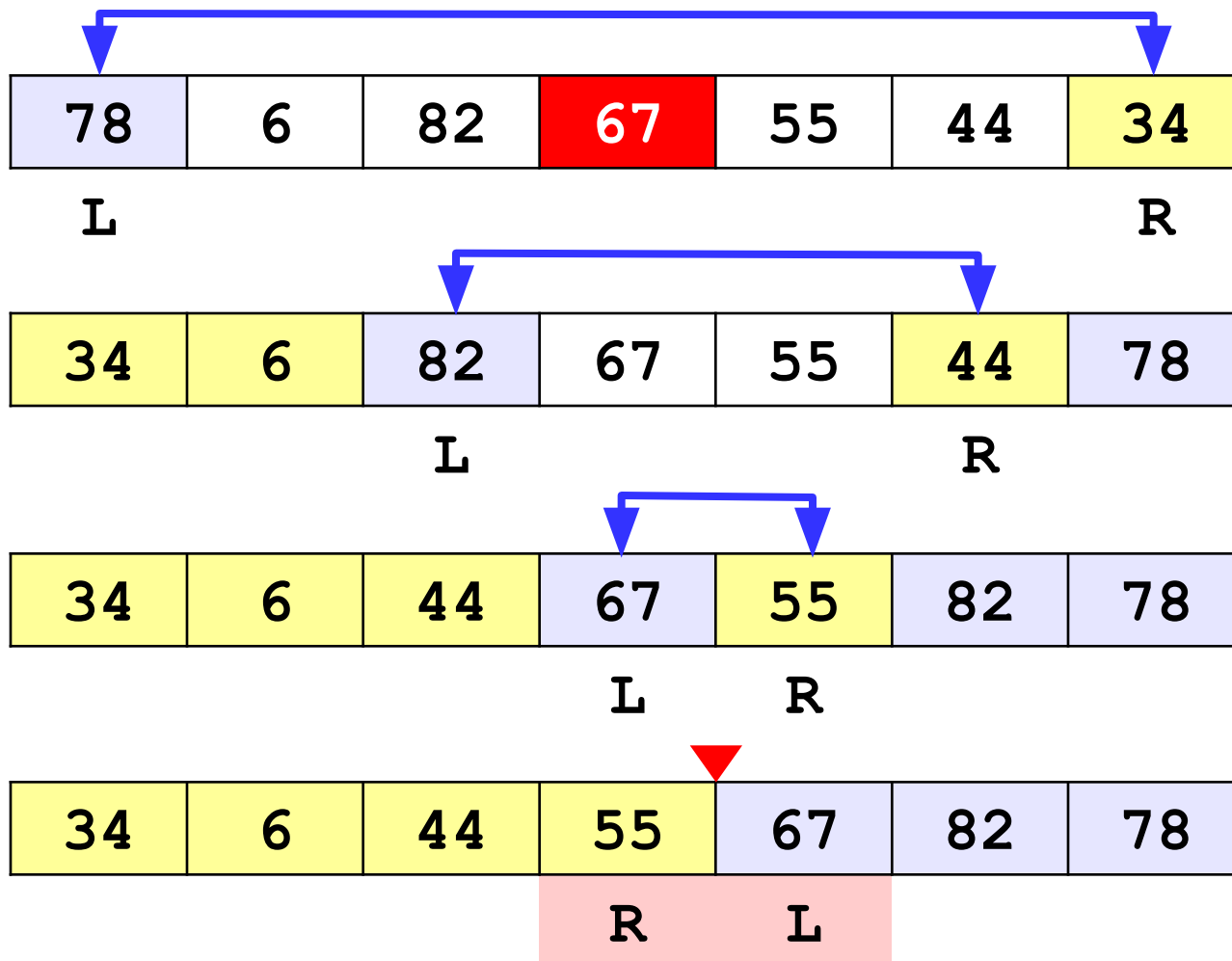
3) увеличивая  $L$ , найти первый элемент  $A[L]$ ,  
который  $\geq x$  (должен стоять справа)

4) уменьшая  $R$ , найти первый элемент  $A[R]$ ,  
который  $\leq x$  (должен стоять слева)

5) если  $L \leq R$  то поменять местами  $A[L]$  и  $A[R]$   
и перейти к п. 3  
иначе **СТОП**.



# Быстрая сортировка



**$L > R$  : разделение закончено!**

# Быстрая сортировка

## Основная программа:

```
program QuickSort;  
const N = 7;  
var A: array[1..N] of integer;  
...  
begin  
    { заполнить массив }  
    qSort(1, N); { сортировка }  
    { вывести результат }  
end;
```

глобальные  
данные

# Быстрая сортировка

```
procedure qSort(nStart, nEnd: integer);
var L, R, c, X: integer;
begin
  if nStart >= nEnd then Exit;
  L := nStart; R := nEnd;
  X := A[(L+R) div 2]; { или X := A[L+random(R-L+1)] }
  while L <= R do begin { разделение }
    while A[L] < X do L := L + 1;
    while A[R] > X do R := R - 1;
    if L <= R then begin
      c := A[L]; A[L] := A[R]; A[R] := c;
      L := L + 1; R := R - 1
    end
  end;
  qSort(nStart, R); { рекурсивные вызовы }
  qSort(L, nEnd)
end;
```

# Быстрая сортировка

---

Сортировка массива случайных значений:

<b>N</b>	<b>метод пузырька</b>	<b>метод выбора</b>	<b>быстрая сортировка</b>
<b>1000</b>	<b>0,24 с</b>	<b>0,12 с</b>	<b>0,004 с</b>
<b>5000</b>	<b>5,3 с</b>	<b>2,9 с</b>	<b>0,024 с</b>
<b>15000</b>	<b>45 с</b>	<b>34 с</b>	<b>0,068 с</b>

# Задачи

---

**«В»:** Напишите программу, которая сортирует массив и находит количество различных чисел в нем. Используйте алгоритм быстрой сортировки.

**Пример:**

**Массив :**

**5 3 4 2 1 6 3 2 4**

**После сортировки:**

**1 2 2 3 3 4 4 5 6**

**Различных чисел: 5**

# Задачи

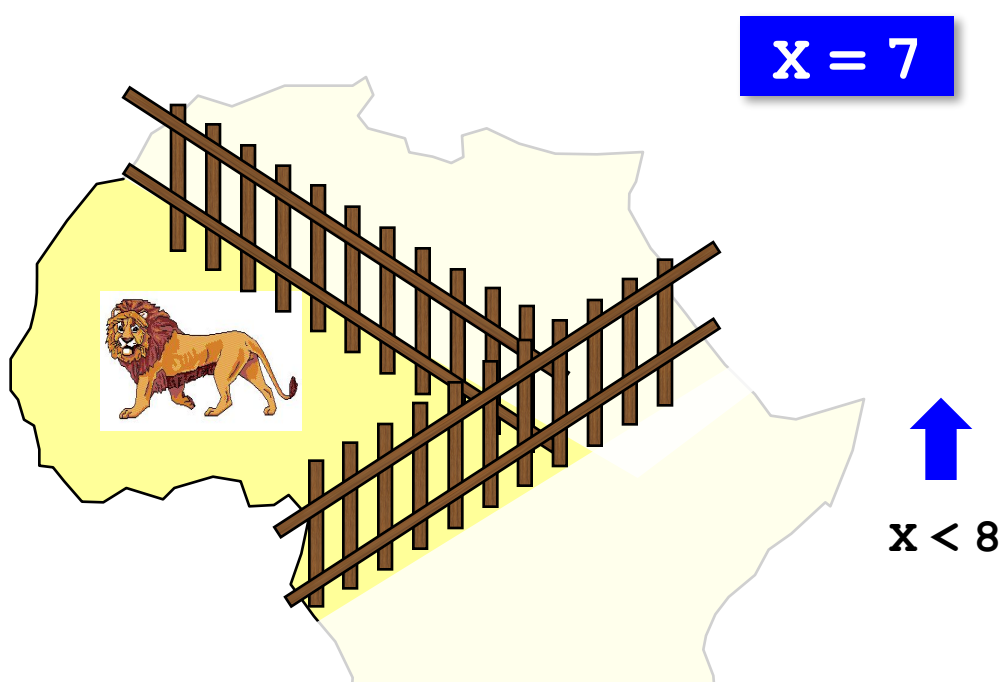
---

- «С»: Напишите программу, которая сравнивает число перестановок элементов при использовании сортировки «пузырьком», методом выбора и алгоритма быстрой сортировки. Проверьте ее на разных массивах, содержащих 1000 случайных элементов, вычислите среднее число перестановок для каждого метода.
- «D»: Попробуйте построить массив из 10 элементов, на котором алгоритм быстрой сортировки показывает худшую эффективность (наибольшее число перестановок). Сравните это количество перестановок с эффективностью метода пузырька (для того же массива).

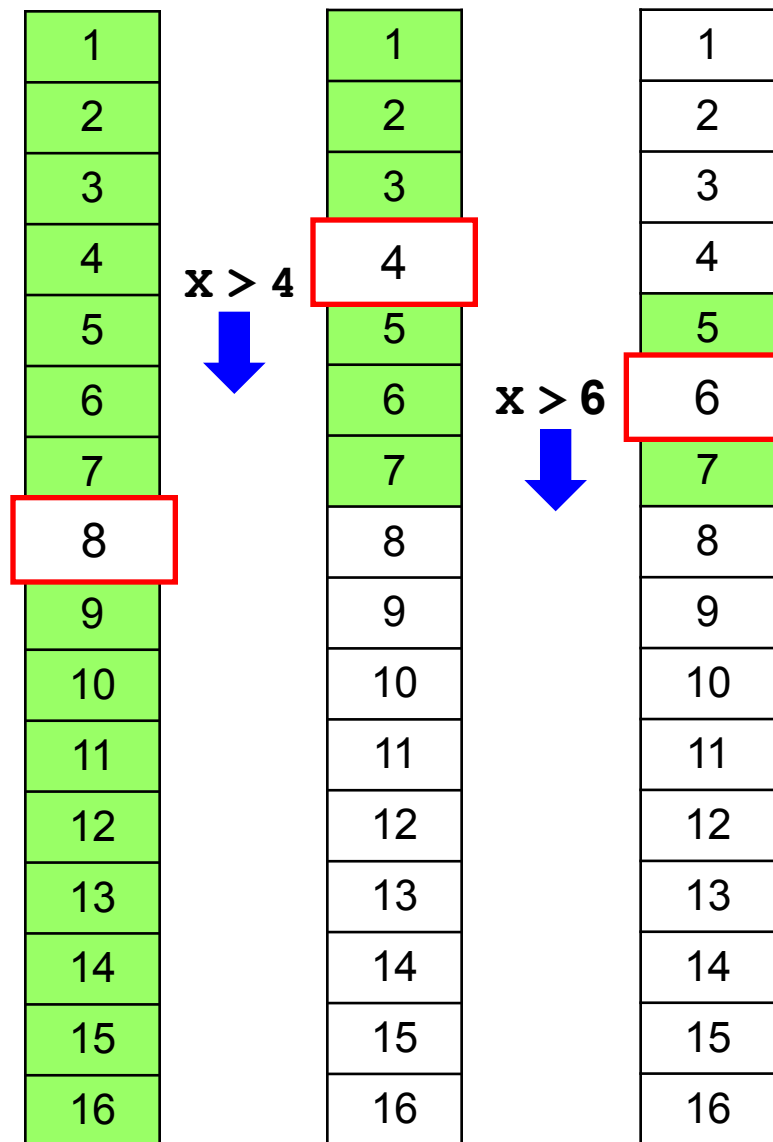
# Программирование на языке Паскаль

## **§ 65. Двоичный поиск**

# Двоичный поиск



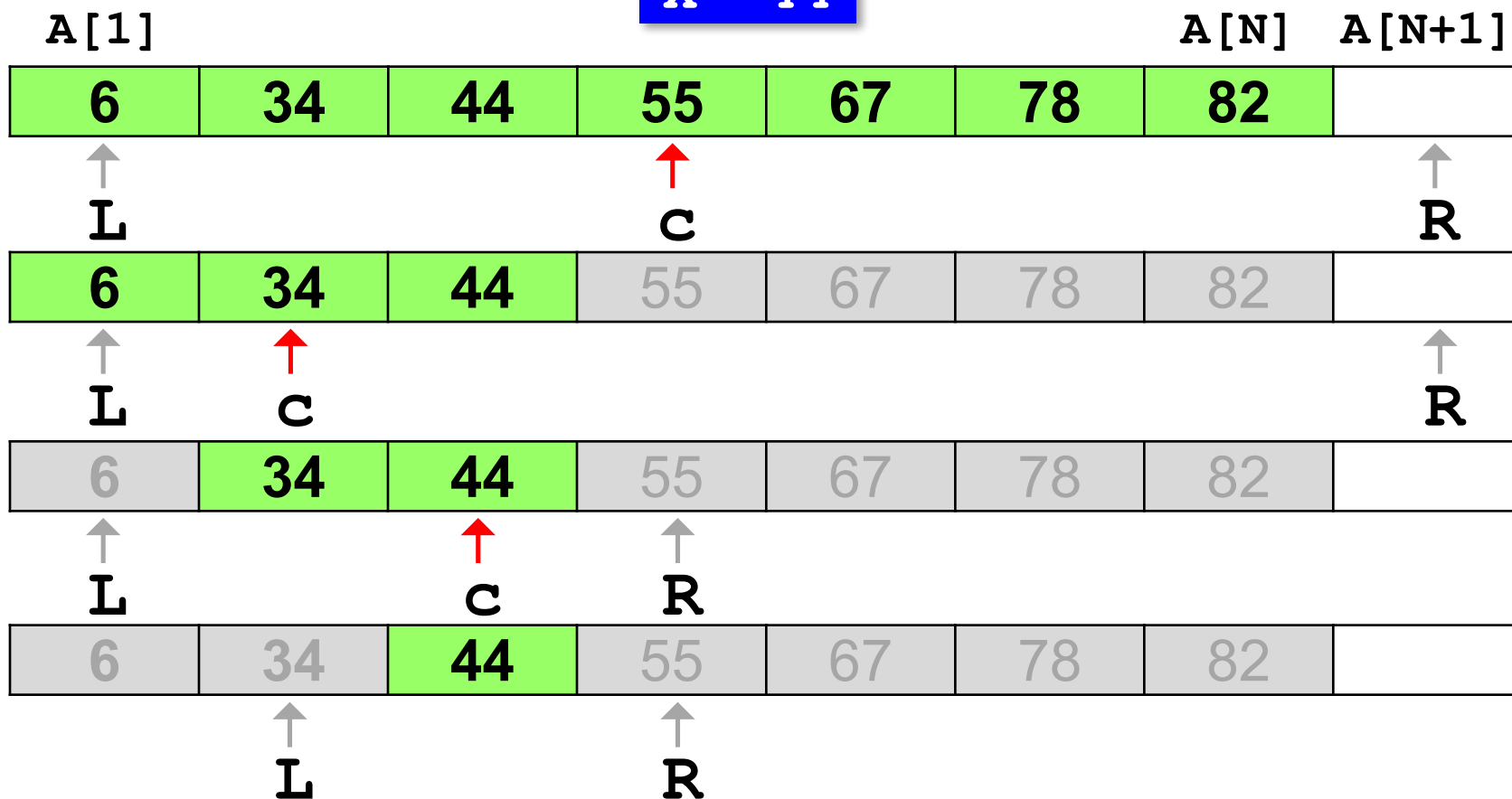
1. Выбрать средний элемент  $A[s]$  и сравнить с  $X$ .
2. Если  $X = A[s]$ , то нашли (**стоп**).
3. Если  $X < A[s]$ , искать дальше в первой половине.
4. Если  $X > A[s]$ , искать дальше во второй половине.





# Двоичный поиск

**X = 44**



**L = R - 1 : поиск завершен!**

# ДВОИЧНЫЙ ПОИСК

```
var L, R, c: integer;
...
L:=1; R:=N+1;   { начальный диапазон }
while L < R-1 do begin
    c:=(L+R) div 2; { нашли середину }
    if X < A[c] then
        R:=c      { изменить диапазон }
    else L:=c;
end;
if A[L] = X then
    writeln('A[',L,']=',X)
else writeln('Не нашли!')
```

# Двоичный поиск

## Число сравнений:

N	линейный поиск	двоичный поиск
2	2	2
16	16	5
1024	1024	11
1048576	1048576	21



▪ скорость выше, чем при линейном поиске



▪ нужна предварительная сортировка



Когда нужно применять?

# Задачи

---

**«А»:** Заполнить массив случайными числами и отсортировать его. Ввести число  $X$ . Используя двоичный поиск, определить, есть ли в массиве число, равное  $X$ . Подсчитать количество сравнений.

**Пример:**

**Массив :**

1 4 7 3 9 2 4 5 2

**После сортировки:**

1 2 2 3 4 4 5 7 9

**Введите число  $X$ :**

2

**Число 2 найдено.**

**Количество сравнений: 2**

# Задачи

---

«В»: Заполнить массив случайными числами и отсортировать его. Ввести число  $X$ . Используя двоичный поиск, определить, сколько чисел, равных  $X$ , находится в массиве.

**Пример:**

Массив:

1 4 7 3 9 2 4 5 2

После сортировки:

1 2 2 3 4 4 5 7 9

Введите число  $X$ :

4

Число 4 встречается 2 раз (а) .

**Пример:**

Массив:

1 4 7 3 9 2 4 5 2

После сортировки:

1 2 2 3 4 4 5 7 9

Введите число  $X$ :

14

Число 14 не встречается.

# Задачи

---

**«С»:** Заполнить массив случайными числами и ввести число и отсортировать его. Ввести число X. Используя двоичный поиск, определить, есть ли в массиве число, равное X. Если такого числа нет, вывести число, ближайшее к X.

**Пример:**

**Массив:**

1 4 7 3 9 2 4 5 2

После сортировки:

1 2 2 3 4 4 5 12 19

Введите число X:

12

Число 12 найдено.

**Пример:**

**Массив:**

1 4 7 3 9 2 4 5 2

После сортировки:

1 2 2 3 4 4 5 12 19

Введите число X:

11

Число 11 не найдено. Ближайшее число 12.

# Программирование на языке Паскаль

## **§ 66. Символьные строки**

# Зачем нужны символьные строки?

```
var s: array[1..80] of char;  
    { массив символов }
```

- ❌ элементы массива – отдельные объекты
- ️ сложно работать со строками переменной длины

## Хочется:

- строка – единый объект
- длина строки может меняться во время работы программы

```
var s: string;    { символьная строка }
```

строка



# Символьные строки

Присваивание:

```
s := 'Вася пошёл гулять' ;
```

```
var s: string;
```

Ввод с клавиатуры:

```
readln(s) ;
```

Вывод на экран:

```
writeln(s) ;
```



А если массив?

Отдельный символ:

```
s[4] := 'a' ;
```

Длина строки:

```
var n: integer;
```

```
...
```

```
n := Length(s) ;
```

# Символьные строки

---

*Задача:* заменить в строке все буквы 'а' на буквы 'б'.

```
program ReplaceAB;  
var s: string;  
    i: integer;  
begin  
    writeln('Введите строку');  
    readln(s);  
    for i:=1 to Length(s) do  
        if s[i]='a' then  
            s[i]:='б';  
    writeln(s);  
end.
```

# Задачи

---

**«А»:** Ввести с клавиатуры символьную строку и заменить в ней все буквы «а» на «б» и все буквы «б» на «а» (заглавные на заглавные, строчные на строчные).

**Пример:**

**Введите строку:**

**ааббААББссСС**

**Результат:**

**ббааББААссСС**

# Задачи

---

**«В»:** Ввести с клавиатуры символьную строку и определить, сколько в ней слов. Словом считается последовательности непробельных символов, отделенная с двух сторон пробелами (или стоящая с краю строки). Слова могут быть разделены несколькими пробелами, в начале и в конце строки тоже могут быть пробелы.

## Пример:

Введите строку:

**Вася пошел гулять**

Найдено слов: 3

# Задачи

---

**«С»:** Ввести с клавиатуры символьную строку и найдите самое длинное слово и его длину. Словом считается последовательности непробельных символов, отделенная с двух сторон пробелами (или стоящая с краю строки). Слова могут быть разделены несколькими пробелами, в начале и в конце строки тоже могут быть пробелы.

**Пример:**

Введите строку:

**Вася пошел гулять**

Самое длинное слово: **гулять**, длина **6**

# Операции со строками

**Объединение (конкатенация) :**

```
s1 := 'Привет' ;  
s2 := 'Вася' ;  
s := s1 + ', ' + s2 + '!' ;
```

'Привет, Вася!'

**Срез:**

```
s := '123456789' ;  
s1 := Сору(s, 3, 5) ; { '34567' }
```

откуда

с какого  
символа

СКОЛЬКО  
СИМВОЛОВ

5

# Операции со строками

## Удаление:

```
s := '123456789';  
Delete(s, 3, 6); { '129' }
```

с какого  
СИМВОЛА

СКОЛЬКО  
СИМВОЛОВ

## Вставка:

```
s := '123456789';  
Insert('ABC', s, 3); { '12ABC3456789' }
```

что

куда

с какого  
СИМВОЛА

# Поиск в строках

```
s := 'Здесь был Вася.' ;
```

что где

```
n := Pos ('с', s)
```

```
if n > 0 then
```

```
  write ('Номер символа ', n)
```

```
else
```

```
  write ('Символ не найден.');
```



Находит первое слева вхождение подстроки!



# Пример обработки строк

**Задача:** Ввести имя, отчество и фамилию. Преобразовать их к формату «фамилия-инициалы».

## Пример:

Введите имя, отчество и фамилию:

**Василий Алибабаевич Хрюндиков**

Результат:

**Хрюндиков В.А.**

Алибабаевич Хрюндиков

## Алгоритм:

- найти первый пробел и выделить имя
- удалить имя с пробелом из основной строки
- найти первый пробел и выделить отчество
- удалить отчество с пробелом из основной строки
- «сцепить» фамилию, первые буквы имени и фамилии, точки, пробелы...

Хрюндиков

Хрюндиков В.А.

## Пример обработки строк

```
program FIO;
var s, name, name2: string;
    n: integer;
begin
  write('Введите имя, отчество и фамилию: ');
  readln(s);
  n:= Pos(' ', s);
  name:= Copy(s, 1, n-1); { взять имя }
  Delete(s, 1, n);
  n:= Pos(' ', s);
  name2:= Copy(s, 1, n-1); { взять отчество }
  Delete(s, 1, n); { осталась фамилия }
  s:= s + ' ' + name[1] + '.' + name2[1] + '.';
  writeln(s)
end.
```

# Задачи

---

**«А»:** Ввести с клавиатуры в одну строку фамилию, имя и отчество, разделив их пробелом. Вывести фамилию и инициалы.

## Пример:

**Введите фамилию, имя и отчество:**

**Иванов Петр Семёнович**

**П.С. Иванов**

# Задачи

---

«В»: Ввести адрес файла и «разобрать» его на части, разделенные знаком ' / '. Каждую часть вывести в отдельной строке.

## Пример:

Введите адрес файла:

**C: /фото/2013/Поход/vasya.jpg**

C:

фото

2013

Поход

vasya.jpg

# Задачи

---

**«С»:** Напишите программу, которая заменяет во всей строке одну последовательность символов на другую.

**Пример:**

Введите строку:

**(X > 0) and (Y < X) and (Z > Y) and (Z <> 5)**

Что меняем: **and**

Чем заменить: **&**

Результат

**(X > 0) & (Y < X) & (Z > Y) & (Z <> 5)**

# Преобразования «строка» – «число»

## Из строки в число:

```

s := '123';
Val (s, N, r); { N = 123 }
s := '123.456';
Val (s, X, r); { X = 123.456 }

```

0 или номер  
неверного  
символа

```

var N: integer;
    X: real;
    s: string;
    r: integer;

```

## Из числа в строку:

```

N := 123;
Str (N, s); { s = '123' }
X := 123.456;
Str (X, s); { s = '1.234560E+002' }
Str (X:10:3, s); { s = ' 123.456' }

```

# Задачи

---

**«А»:** Напишите программу, которая вычисляет сумму трех чисел, введенную в форме символьной строки. Все числа целые.

**Пример:**

**Введите выражение :**

**12+3+45**

**Ответ: 60**

**«В»:** Напишите программу, которая вычисляет выражение, состоящее из трех чисел и двух знаков (допускаются только знаки «+» или «-»). Выражение вводится как символьная строка, все числа целые.

**Пример:**

**Введите выражение :**

**12-3+45**

**Ответ: 54**

# Задачи

---

**«С»:** Напишите программу, которая вычисляет выражение, состоящее из трех чисел и двух знаков (допускаются знаки «+», «-», «\*» и «/»). Выражение вводится как символьная строка, все числа целые. Операция «/» выполняется как целочисленное деление (`div`).

**Пример:**

**Введите выражение :**

**12\*3+45**

**Ответ: 81**



# Задачи

---

**«D»:** Напишите программу, которая вычисляет выражение, состоящее из трех чисел и двух знаков (допускаются знаки «+», «-», «\*» и «/») **и круглых скобок**. Выражение вводится как символьная строка, все числа целые. Операция «/» выполняется как целочисленное деление (**div**).

**Пример:**

**Введите выражение :**

**2 \* (3 + 45) + 4**

**Ответ: 100**

# Строки в процедурах и функциях

**Задача:** построить процедуру, которая заменяет в строке *s* все вхождения слова-образца *wOld* на слово-замену *wNew*.

```
пока { слово wOld есть в строке s }  
  { удалить слово wOld из строки }  
  { вставить на это место слово wNew }
```



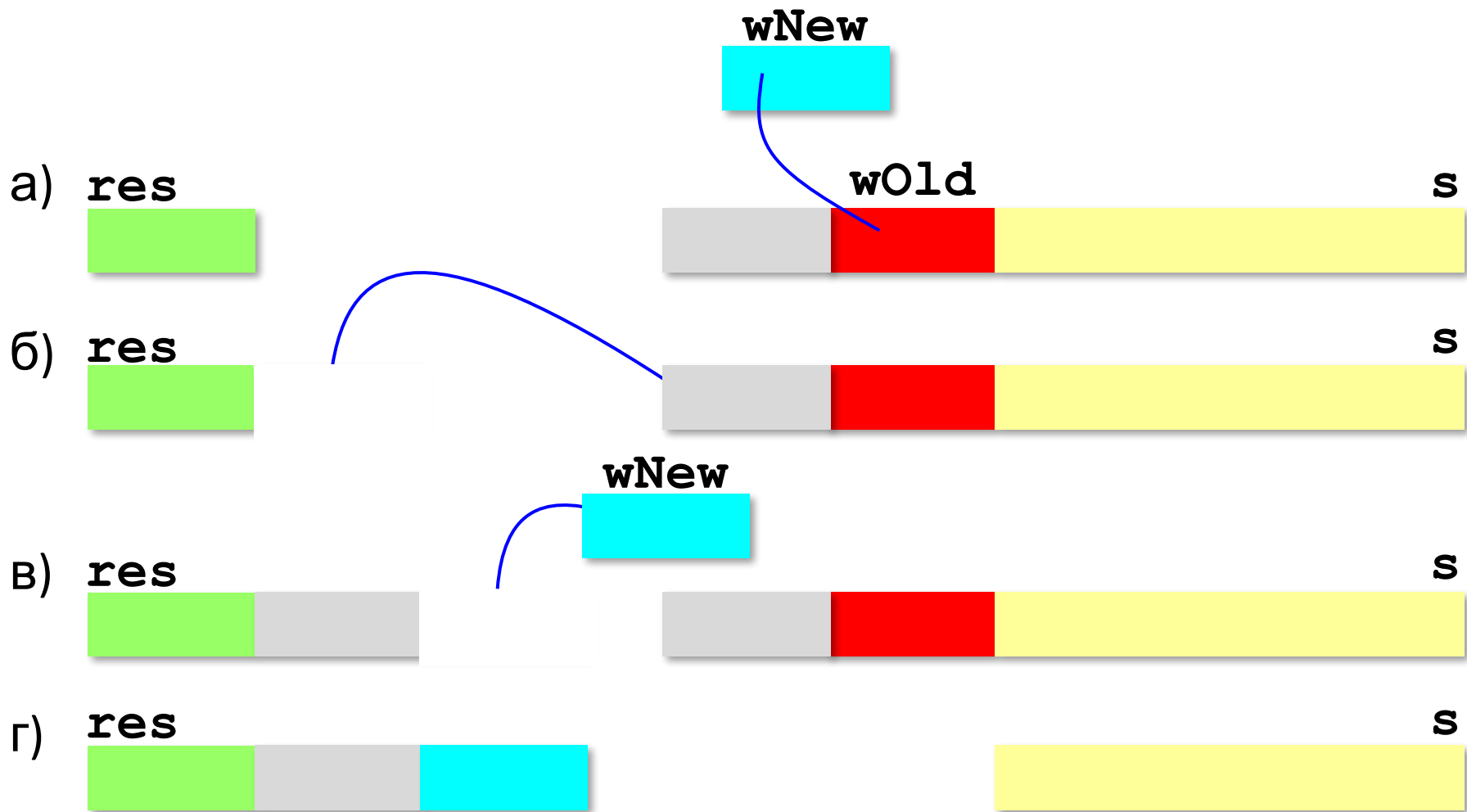
Что плохо?

wOld: '12'

wNew: 'A12B'

**зацикливание**

# Замена всех экземпляров подстроки



## Замена всех экземпляров подстроки

```
program Replace;  
var s: string;  
... { здесь будет процедура }  
begin  
  s := '12.12.12';  
  replaceAll(s, '12', 'A12B');  
  writeln(s)  
end;
```

рабочая строка **s**

'12.12.12'

результат **res**

' '

# Замена всех экземпляров подстроки

```
procedure replaceAll (var s: string; wOld, wNew: string);  
var res: string;  
    p, len: integer;  
begin  
    len := Length (wOld);  
    res := '';  
    while Length (s) > 0 do begin  
        p := Pos (wOld, s);  
        if p = 0 then begin res := res + s; break; end;  
        if p > 1 then res := res + Copy (s, 1, p-1);  
        res := res + wNew;  
        if p + len > Length (s) then  
            s := ''  
        else s := Copy (s, p + len, Length (s));  
    end;  
    s := res  
end;
```

НАЙТИ СЛОВО wOld

НЕ НАШЛИ...

ДОБАВИТЬ wNew

ДОБАВИТЬ ТО, ЧТО ПЕРЕД НИМ

ВЗЯТЬ «ХВОСТ»

## Замена: из процедуры в функцию

```
program Replace;  
var s: string;  
function replaceAll(s,  
                    wOld, wNew: string): string;  
...  
begin  
    ... { тело процедуры }  
    replaceAll := res  
end;  
begin  
    s := '12.12.12';  
    s := replaceAll(s, '12', 'A12B');  
    writeln(s)  
end;
```

# Задачи

---

**«А»:** Напишите функцию, которая возвращает первое слово переданной ей символьной строки.

**Пример:**

Введите строку: **Однажды в студёную зимнюю пору...**

Первое слово: **Однажды**

# Задачи

---

«В»: Напишите функцию, которая заменяет расширение файла на заданное новое расширение.

## Пример:

Введите имя файла: qq

Введите новое расширение: tmp

Результат: qq.tmp

## Пример:

Введите имя файла: qq.exe

Введите новое расширение: tmp

Результат: qq.tmp

## Пример:

Введите имя файла: qq.work.xml

Введите новое расширение: tmp

Результат: qq.work.tmp



# Задачи

---

**«С»:** Напишите функцию, которая заменяет во всей строке все римские числа на соответствующие десятичные числа.

**Пример:**

Введите строку:

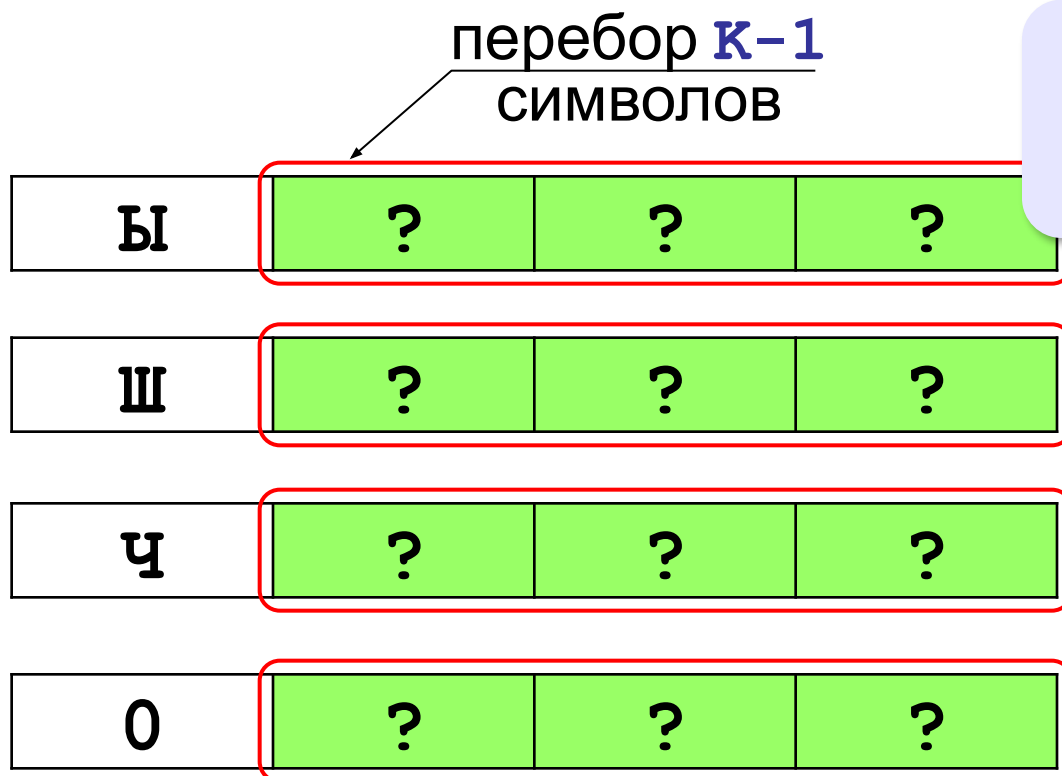
**В MMXIII году в школе CXXIII состоялся очередной выпуск XI классов.**

Результат:

**В 2013 году в школе 123 состоялся очередной выпуск 11 классов.**

# Рекурсивный перебор

**Задача.** В алфавите языке племени «тумба-юмба» четыре буквы: «Ы», «Ш», «Ч» и «О». Нужно вывести на экран все слова, состоящие из **К** букв, которые можно построить из букв этого алфавита.



задача для слов длины **К** сведена к задаче для слов длины **К-1**!

# Рекурсивный перебор

## Перебор K символов

```
var w: string;  
begin  
    w[1] := 'Ы' ;  
    { перебор последних K-1 символов }  
    w[1] := 'Ш' ;  
    { перебор последних K-1 символов }  
    w[1] := 'Ч' ;  
    { перебор последних K-1 символов }  
    w[1] := 'О' ;  
    { перебор последних K-1 символов }  
end;
```

# Рекурсивный перебор

```

program YSCHO;
var word: string;

procedure TumbaWords (A, w: string; N: integer);
var i: integer;
begin
  if N = Length(w) then begin
    writeln(w);
    exit;
  end;
  for i:=1 to Length(A) do begin
    w[N+1] := A[i];
    TumbaWords (A, w, N+1);
  end;
end;

begin
  word := '...';
  TumbaWords ('ЫШЧО', word, 0);
end.

```

алфавит

СЛОВО

уже установлено

КОГДА ВСЕ СИМВОЛЫ УЖЕ УСТАНОВЛЕНЫ

ПО ВСЕМ СИМВОЛАМ алфавита

# Задачи

---

- «А»:** В алфавите языке племени «тумба-юмба» четыре буквы: «Ы», «Ш», «Ч» и «О». Нужно вывести на экран все возможные слова, состоящие из  $K$  букв, в которых вторая буква «Ы». Подсчитайте количество таких слов.
- «В»:** В алфавите языке племени «тумба-юмба» четыре буквы: «Ы», «Ш», «Ч» и «О». Нужно вывести на экран все возможные слова, состоящие из  $K$  букв, в которых есть по крайней мере две одинаковые буквы, стоящие рядом. Подсчитайте количество таких слов.  
Программа не должна строить другие слова, не соответствующие условию.

# Задачи

---

**«С»:** В алфавите языке племени «тумба-юмба» четыре буквы: «Ы», «Ш», «Ч» и «О». Нужно вывести на экран все возможные слова, состоящие из  $K$  букв, в которых есть по крайней мере две одинаковые буквы, не обязательно стоящие рядом.

Программа не должна строить другие слова, не соответствующие условию.

# Сравнение строк

Пар ? пар ? парк

Сравнение по кодам символов:

	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>...</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>CP-1251</b>	<b>48</b>	<b>49</b>	<b>...</b>	<b>56</b>	<b>57</b>
<b>UNICODE</b>	<b>48</b>	<b>49</b>	<b>...</b>	<b>56</b>	<b>57</b>
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>...</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<b>CP-1251</b>	<b>65</b>	<b>66</b>	<b>...</b>	<b>89</b>	<b>90</b>
<b>UNICODE</b>	<b>65</b>	<b>66</b>	<b>...</b>	<b>89</b>	<b>90</b>
	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>...</b>	<b>y</b>	<b>z</b>
<b>CP-1251</b>	<b>97</b>	<b>98</b>	<b>...</b>	<b>121</b>	<b>122</b>
<b>UNICODE</b>	<b>97</b>	<b>98</b>	<b>...</b>	<b>121</b>	<b>122</b>

# Сравнение строк

	А	Б	...	Ё	...	Ю	Я
CP-1251	192	193	...	168	...	222	223
UNICODE	1040	1041	...	1025	...	1070	1071

	а	б	...	ё	...	ю	я
CP-1251	224	225	...	184	...	254	255
UNICODE	1072	1073	...	1105	...	1102	1103

5STEAM < STEAM < Steam < steam

steam < ПАР < Пар < пАр < пар < парк



# Сортировка строк

```
const N = 10;  
var i, j: integer;  
    s1: string;  
    S: array[1..N] of string;  
begin  
  for i:=1 to N do  
    readln(S[i]);  
  
  for i:=1 to N-1 do  
    for j:=N-1 downto i do  
      if S[j+1] < S[j] then begin  
        s1:=S[j];  
        S[j]:=S[j+1];  
        S[j+1]:=s1;  
      end;  
  
  for i:=1 to N do  
    writeln(S[i]);  
end.
```

МАССИВ СТРОК

# Задачи

---

**«А»:** Вводится 5 строк, в которых сначала записан порядковый номер строки с точкой, а затем – слово. Вывести слова в алфавитном порядке.

**Пример:**

**Введите 5 строк:**

- 1. тепловоз**
- 2. арбуз**
- 3. бурундук**
- 4. кефир**
- 5. урядник**

**Список слов в алфавитном порядке:**

**арбуз, бурундук, кефир, тепловоз, урядник**

# Задачи

---

**«В»:** Вводится несколько строк (не более 20), в которых сначала записан порядковый номер строки с точкой, а затем – слово. Ввод заканчивается пустой строкой. Вывести введённые слова в алфавитном порядке.

**Пример:**

**Введите слова :**

**1. тепловоз**

**2. арбуз**

**Список слов в алфавитном порядке :**

**арбуз, тепловоз**

# Задачи

---

**«С»:** Вводится несколько строк (не более 20), в которых сначала записаны инициалы и фамилии работников фирмы. Ввод заканчивается пустой строкой. Отсортировать строки в алфавитном порядке по фамилии.

## Пример:

Введите ФИО:

**А.Г. Урядников**

**Б.В. Тепловозов**

**В.Д. Арбузов**

Список в алфавитном порядке:

**В.Д. Арбузов**

**Б.В. Тепловозов**

**А.Г. Урядников**

# Программирование на языке Паскаль

## § 67. Матрицы

# Что такое матрица?

	○	×
	○	×
○	×	

нет знака

НОЛИК

крестик

строка 2,  
столбец 3



Как закодировать?

**Матрица** — это прямоугольная таблица, составленная из элементов одного типа (чисел, строк и т.д.). Каждый элемент матрицы имеет два индекса — номера строки и столбца.

# Объявление матриц

```
const N = 3; M = 4;  
var A: array[1..N, 1..M] of integer;  
    X: array[-3..0, -8..M] of double;  
    L: array[1..N, 1..M] of boolean;
```

строки

столбцы

строки

столбцы

# Простые алгоритмы

---

## Заполнение случайными числами:

```
for i:=1 to N do begin
  for j:=1 to M do begin
    A[i,j] := random(61) + 20;
    write(A[i,j]:3)
  end;
  writeln
end;
```



Вложенный цикл!

## Суммирование:

```
s := 0;
for i:=1 to N do
  for j:=1 to M do
    s := s + A[i,j];
```



# Задачи

---

**«А»:** Напишите программу, которая заполняет квадратную матрицу случайными числами в интервале  $[10,99]$ , и находит максимальный и минимальный элементы в матрице и их индексы.

**Пример:**

**Матрица А:**

12 14 67 45

32 87 45 63

69 45 14 11

40 12 35 15

**Максимальный элемент  $A[2,2]=87$**

**Минимальный элемент  $A[3,4]=11$**

# Задачи

---

**«В»:** Яркости пикселей рисунка закодированы числами от 0 до 255 в виде матрицы. Преобразовать рисунок в черно-белый по следующему алгоритму:

- 1) вычислить среднюю яркость пикселей по всему рисунку
- 2) все пиксели, яркость которых меньше средней, сделать черными (записать код 0), а остальные – белыми (код 255)

**Пример:**

**Матрица А:**

```
12 14 67 45
32 87 45 63
69 45 14 11
40 12 35 15
```

**Средняя яркость 37.88**

**Результат:**

```
0 0 255 255
0 255 0 255
255 255 0 0
255 0 0 0
```

# Задачи

«С»: Заполните матрицу, содержащую N строк и M столбцов, натуральными числами по спирали и змейкой, как на рисунках:

а)

1	2	3	4
10	11	12	5
9	8	7	6

б)

1	3	4	9
2	5	8	10
6	7	11	12

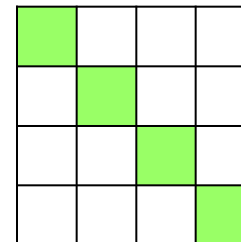
в)

1	6	7	12
2	5	8	11
3	4	9	10

# Перебор элементов матрицы

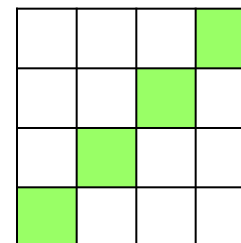
## Главная диагональ:

```
for i:=1 to N do begin
  { работаем с A[i,i] }
end;
```



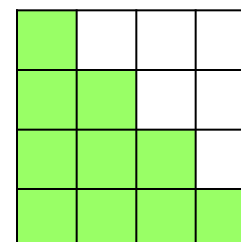
## Побочная диагональ:

```
for i:=1 to N do begin
  { работаем с A[i,N+1-i] }
end;
```



## Главная диагональ и под ней:

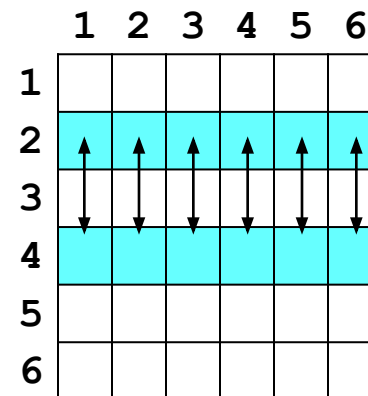
```
for i:=1 to N do
  for j:=1 to i do begin
    { работаем с A[i,j] }
  end;
```



# Перестановка строк

## 2-я и 4-я строки:

```
for j := 1 to M do  
  c := A[2, j];  
  A[2, j] := A[4, j];  
  A[4, j] := c  
end;
```



# Задачи

---

**«А»:** Напишите программу, которая заполняет квадратную матрицу случайными числами в интервале  $[10,99]$ , а затем записывает нули во все элементы выше главной диагонали. Алгоритм не должен изменяться при изменении размеров матрицы.

## Пример:

Матрица А:

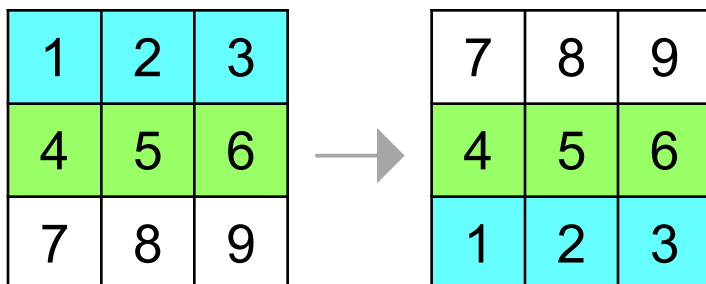
```
12 14 67 45
32 87 45 63
69 45 14 30
40 12 35 65
```

Результат:

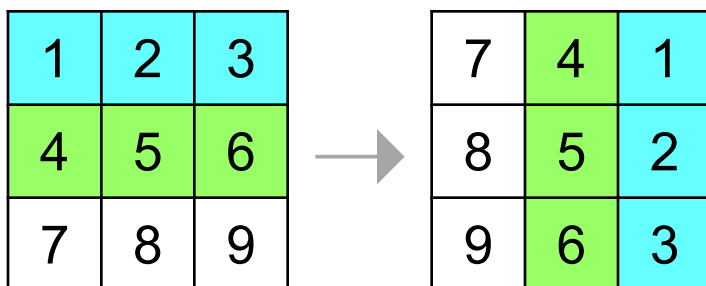
```
12  0  0  0
32 87  0  0
69 45 14  0
40 12 35 65
```

# Задачи

«В»: Пиксели рисунка закодированы числами (обозначающими цвет) в виде матрицы, содержащей N строк и M столбцов. Выполните отражение рисунка сверху вниз:



«С»: Пиксели рисунка закодированы числами (обозначающими цвет) в виде матрицы, содержащей N строк и M столбцов. Выполните поворот рисунка вправо на 90 градусов:



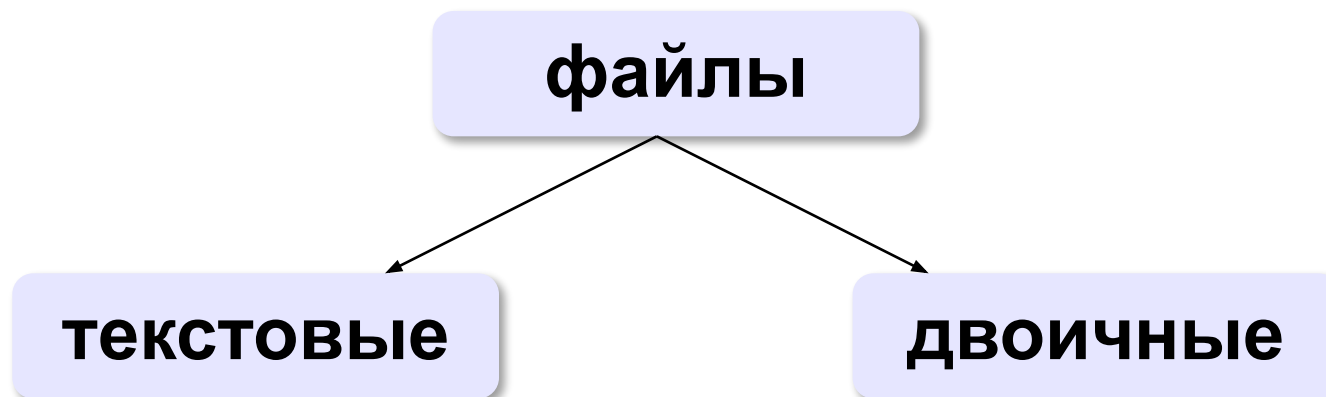
# Программирование на языке Паскаль

## § 68. Работа с файлами



# Как работать с файлами?

---



«*plain text*»:

- текст, разбитый на строки;
- из специальных символов только символы перехода на новую строку

- любые символы
- рисунки, звуки, видео, ...

# Принцип сэндвича



файловые  
переменные

```
var Fin, Fout: Text;  
Assign (Fin, 'input.txt');  
Assign (Fout, 'output.txt');  
Reset (Fin);      { открыть на чтение }  
Rewrite (Fout);  { открыть на запись }  
    { здесь работаем с файлами }  
Close (Fout);    { закрыть файлы }  
Close (Fin);
```

связать с  
файлами

# Ввод данных

---

```
var a, b: integer;  
    Fin: Text;  
  
...  
Assign (Fin, 'input.txt');  
Reset (Fin);  
readln (Fin, a, b);  
Close (Fin);
```

Переход к началу открытого файла:

```
Close (Fin);  
Reset (Fin);
```

Определение конца файла:

```
if Eof (Fin) then { end of file }  
    write ('Данные кончились');
```

# Вывод данных в файл

---

```
var a, b: integer;  
    Fout: Text;  
  
...  
a:=1; b:=2;  
Assign(Fout, 'output.txt');  
Rewrite(Fout);  
writeln(Fout, a, '+', b, '=', a+b);  
Close(Fout);
```

# Чтение неизвестного количества данных

**Задача.** В файле записано в столбик неизвестное количество чисел. Найти их сумму.

```
while { не конец файла } do begin
  { прочитать число из файла }
  { добавить его к сумме      }
end;
```

```
var x, S: integer;
    Fin: Text;

...
Assign(Fin, 'input.txt');
Reset(Fin);
S:= 0;
while not Eof(Fin) do begin
  readln(Fin, x);
  S:= S + x;
end;
Close(Fin);
```

# Задачи

---

- «А»: Напишите программу, которая находит среднее арифметическое всех чисел, записанных в файле в столбик, и выводит результат в другой файл.
  
- «В»: Напишите программу, которая находит минимальное и максимальное среди чётных положительных чисел, записанных в файле, и выводит результат в другой файл. Учтите, что таких чисел может вообще не быть.
  
- «С»: В файле в столбик записаны целые числа, сколько их – неизвестно. Напишите программу, которая определяет длину самой длинной цепочки идущих подряд одинаковых чисел и выводит результат в другой файл.

# Обработка массивов

---

*Задача.* В файле записано не более 100 целых чисел. Вывести в другой текстовый файл те же числа, отсортированные в порядке возрастания.



В чем отличие от предыдущей задачи?




Для сортировки нужно удерживать все элементы в памяти одновременно.



```
const MAX = 100;  
var A: array[1..MAX] of integer;
```

# Обработка массивов

## Ввод массива:

```
var N: integer;  
    Fin: Text;  
  
...  
Assign (Fin, 'input.txt');  
Reset (Fin);  
N := 0; счётчик прочитанных данных  
while (not Eof (Fin)) and (N < MAX) do  
begin  
    N := N + 1;  Зачем?  
    readln (Fin, A[N]);  
end;  
Close (Fin);
```



# Обработка массивов

---

## Вывод результата:

```
var Fout: Text;  
...  
Assign(Fout, 'output.txt');  
Rewrite(Fout);  
for i:=1 to N do  
    writeln(Fout, A[i]);  
Close(Fout);
```

# Задачи

---

- «А»:** В файле записано не более 100 чисел. Отсортировать их по возрастанию последней цифры и записать в другой файл.
- «В»:** В файле записано не более 100 чисел. Отсортировать их по возрастанию суммы цифр и записать в другой файл. Используйте функцию, которая вычисляет сумму цифр числа.
- «С»:** В двух файлах записаны отсортированные по возрастанию массивы неизвестной длины. Объединить их и записать результат в третий файл. Полученный массив также должен быть отсортирован по возрастанию.

# Обработка строк

---

**Задача.** В файле записано данные о собаках: в каждой строчке кличка собаки, ее возраст и порода:

**Мухтар 4 немецкая овчарка**

Вывести в другой файл сведения о собаках, которым меньше 5 лет.

```
пока { не конец файла }  
  { прочитать строку из файла }  
  { разобрать строку – выделить возраст }  
  если возраст < 5 то  
    { записать строку в файл Fout }
```

# Обработка строк

## Разбор строки:

```
{ найти в строке пробел }  
{ удалить из строки кличку с первым пробелом }  
{ найти в строке пробел }  
{ выделить возраст перед пробелом }  
{ преобразовать возраст в числовой вид }
```

```
var s, sAge: string;  
    age, p, r: integer; p  
... { s = 'Мухтар 4 овчарка' }  
p := Pos(' ', s); { 'Мухтар 4p овчарка' }  
Delete(s, 1, p); { s = '4 овчарка' }  
p := Pos(' ', s); { '4 овчарка' }  
sAge := Copy(s, 1, p-1); { sAge = '4' }  
Val(sAge, age, r); { age = 4 }
```

# Обработка строк

```
var s, s0: string;  
...  
while not Eof(Fin) do begin  
  readln(Fin, s0);  
  s := s0;  
  { обработка строки s }  
  if age < 5 then  
    writeln(Fout, s0);  
end;
```



Зачем s0?

# Задачи

---

**«А»:** В файле записаны данные о результатах сдачи экзамена. Каждая строка содержит фамилию, имя и количество баллов, разделенные пробелами:

**<Фамилия> <Имя> <Количество баллов>**

Вывести в другой файл фамилии и имена тех учеников, которые получили больше 80 баллов.

**«В»:** В предыдущей задаче добавить к полученному списку нумерацию, сократить имя до одной буквы и поставить перед фамилией:

**П. Иванов**

**И. Петров**

...

# Задачи

---

**«С»:** В файле записаны данные о результатах сдачи экзамена. Каждая строка содержит фамилию, имя и количество баллов, разделенные пробелами:

**<Фамилия> <Имя> <Количество баллов>**

Вывести в другой файл данные учеников, которые получили больше 80 баллов. Список должен быть отсортирован по убыванию балла. Формат выходных данных:

**П. Иванов 98**

**И. Петров 96**

**...**

# Конец фильма

---

**ПОЛЯКОВ Константин Юрьевич**

д.т.н., учитель информатики

ГБОУ СОШ № 163, г. Санкт-Петербург

[kpolyakov@mail.ru](mailto:kpolyakov@mail.ru)

**ЕРЕМИН Евгений Александрович**

к.ф.-м.н., доцент кафедры мультимедийной

дидактики и ИТО ПГГПУ, г. Пермь

[eremin@pspu.ac.ru](mailto:eremin@pspu.ac.ru)



# Источники иллюстраций

---

1. [www.mcdonalds.com](http://www.mcdonalds.com)
2. иллюстрации художников издательства «Бином»
3. авторские материалы