Программирование на языке Java

24. Сортировка массивов
25. Поиск в массиве

Программирование на языке Java

Тема 24. Сортировка массивов

Сортировка

Сортировка – это расстановка элементов массива в заданном порядке (по возрастанию, убыванию, последней цифре, сумме делителей, …).

Задача: переставить элементы массива в порядке возрастания.

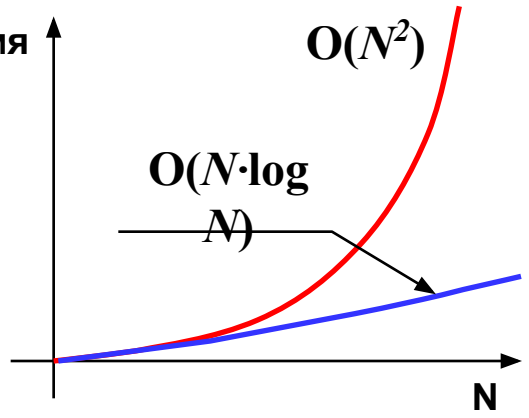
Алгоритмы:

сложность $O(N^2)$

- простые и понятные, но неэффективные для больших массивов
  - **метод пузырька**
  - **метод выбора**

сложность $O(N \cdot \log N)$

- сложные, но эффективные
  - **«быстрая сортировка» (*Quick Sort*)**
  - **сортировка «кучей» (*Heap Sort*)**
  - **сортировка слиянием**
  - **пирамидальная сортировка**

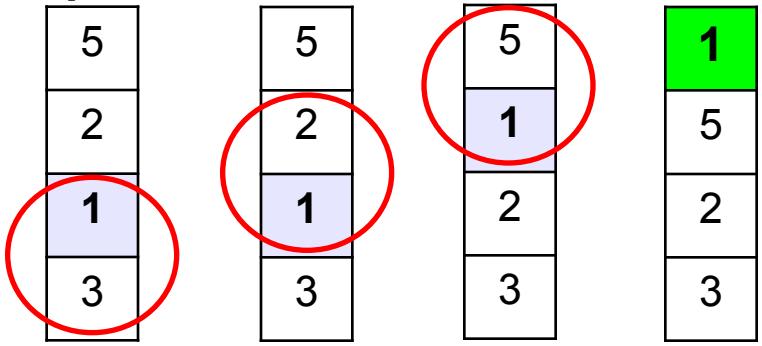


Метод пузырька

Идея – пузырек воздуха в стакане воды поднимается со дна вверх.

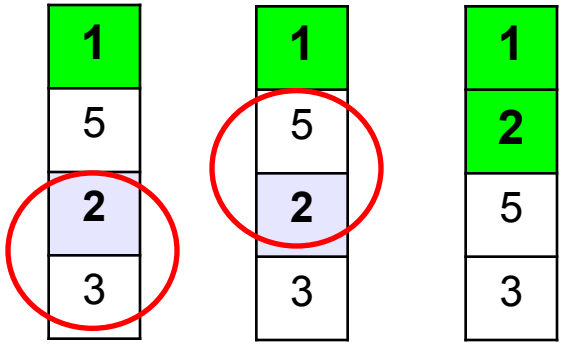
Для массивов – самый маленький («легкий») элемент перемещается вверх («всплывает»).

1-ый проход

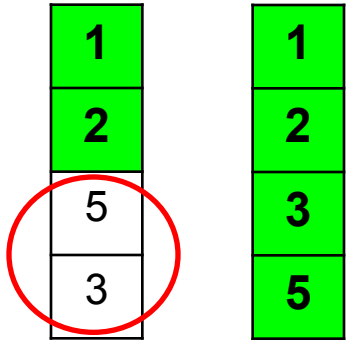


- начиная снизу, сравниваем два соседних элемента; если они стоят «неправильно», меняем их местами
- за 1 проход по массиву **один** элемент (самый маленький) становится на свое место

2-ой проход

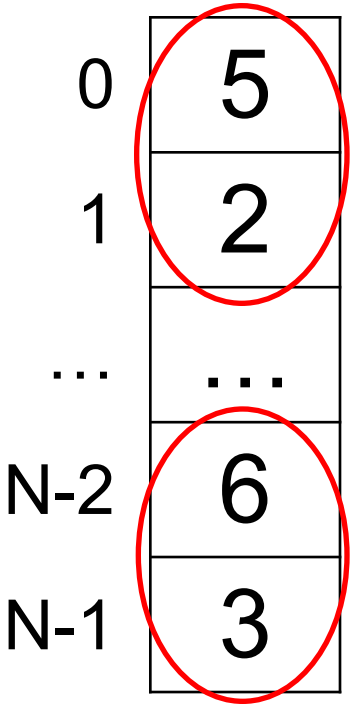


3-ий проход



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

Программа (1-ый проход)



сравниваются пары

A[N-2] и A[N-1],

A[N-3] и A[N-2]

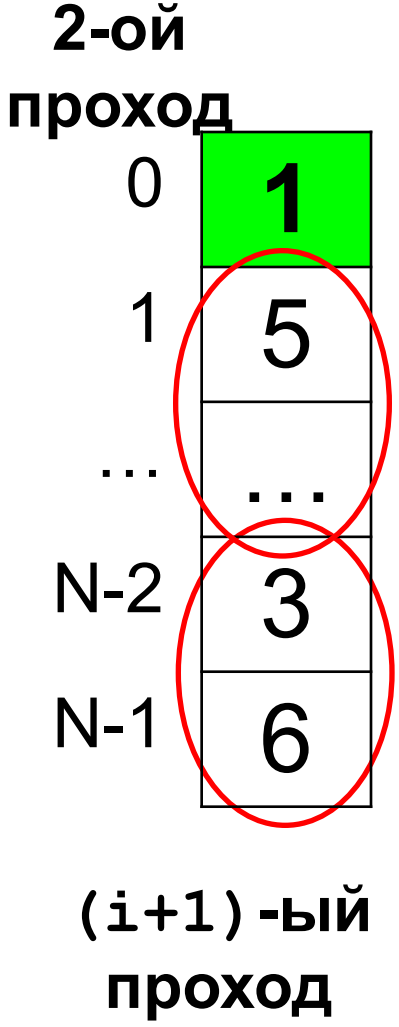
…

A[0] и A[1]

A[j] и A[j+1]

```
for( j = N-2; j >= 0 ; j-- )
  if ( A[j] > A[j+1] ) {
    c = A[j];
    A[j] = A[j+1];
    A[j+1] = c;
    }
```

Программа (следующие проходы)



A[0] уже на своем месте!

```
for ( j = N-2; j >= 1 ; j-- )
  if ( A[j] > A[j+1] ) {
    c = A[j];
    A[j] = A[j+1];
    A[j+1] = c;
    }
```

```
for ( j = N-2; j >= i ; j-- )
  ...
```

Программа

```
public static void main(String[] args)
{
   int N = 10;
   int A[N], i, j, c;
   // заполнить массив
   // вывести исходный массив
   for (i = 0; i < N-1; i ++){
     for (j = N-2; j >= i; j --)
       if ( A[j] > A[j+1] ) {
         c = A[j];
         A[j] = A[j+1];
         A[j+1] = c;
         }
     }
   // вывести полученный массив
}
```

? Почему цикл для `i < N-1`, а не `i < N`?

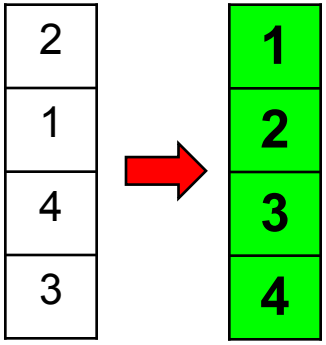
элементы выше `A[i]` уже поставлены

меняем `A[j]` и `A[j+1]`

Метод пузырька с флажком

Идея – если при выполнении метода пузырька не было обменов, массив уже отсортирован и остальные проходы не нужны.

Реализация: **переменная-флаг**, показывающая, был ли обмен; если она равна `false`, то выход.




```
do {
  flag =
  false;                  // сбросить флаг
  for (j=N-2; j>=0; j--)
    if (A[j] > A[j+1]) {
      c=A[j];
      A[j]=A[j+1];
      A[j+1]=c;
      flag = true;        // поднять флаг
      }
  }
while ( flag
      );                  // выход при flag=false
```

boolean flag;

Как улучшить?

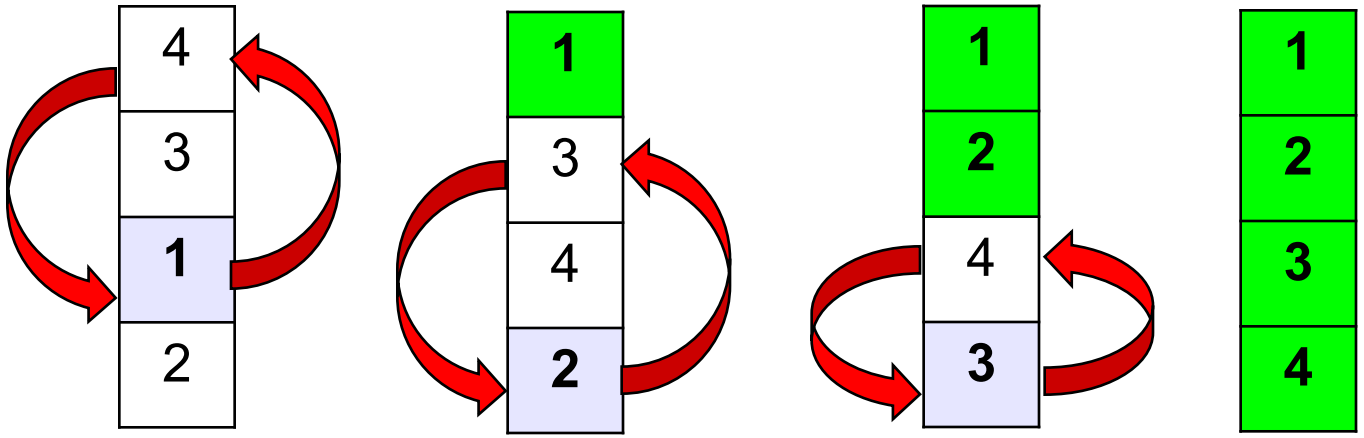
Метод пузырька с флажком

```
i = 0;
do {
   flag = false; // сбросить флаг
   for ( j = N-2; j >= i ; j -- )
     if ( A[j] > A[j+1] ) {
       c = A[j];
       A[j] = A[j+1];
       A[j+1] = c;
       flag = true;  // поднять флаг
       }
   i ++;
   }
while ( flag );  // выход при flag = false
```

Метод выбора

Идея:

- найти минимальный элемент и поставить на первое место (поменять местами с **`A[0]`**)
- **из оставшихся** найти минимальный элемент и поставить на второе место (поменять местами с **`A[1]`**), и т.д.



Метод выбора

нужно N-1 проходов

```
for( i=0; i< N-1 ; i++) {
  nMin = i;
  for ( j= i+1 ; j<N; j++)
    if( A[j] < A[nMin] ) nMin=j;
  if( nMin != i ) {
    c=A[i];
    A[i]=A[nMin];
    A[nMin]=c;
    }
  }
```

поиск минимального от A[i] до A[N-1]

если нужно, переставляем

Можно ли убрать if?

Задания

Задача 1: Заполнить массив из 10 элементов случайными числами в интервале [0..100] и отсортировать его по последней цифре.

Пример:

```
Исходный массив:
14  25  13  30  76  58  32  11  41  97
Результат:
30  11  41  32  13  14  25  76  97  58
```

Задача 2: Заполнить массив из 10 элементов случайными числами в интервале [0..100] и отсортировать первую половину по возрастанию, а вторую – по убыванию.

Пример:

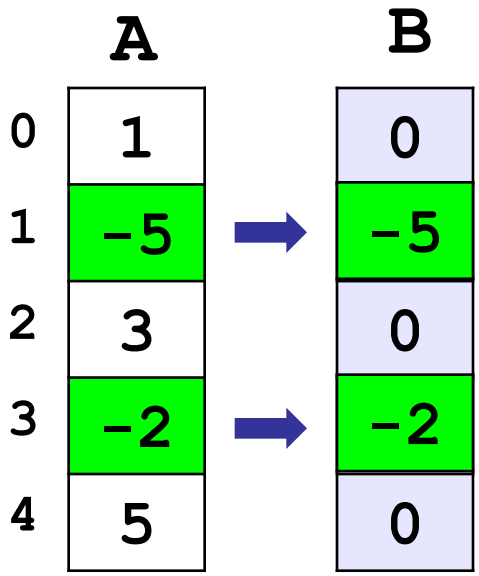
```
Исходный массив:
14  25  13  30  76 | 58  32  11  41  97
Результат:
13  14  25  30  76 | 97  58  41  32  11
```

Формирование массива по условию

Задача – найти в массиве элементы, удовлетворяющие некоторому условию (например, отрицательные), и скопировать их в другой массив.

Примитивное решение:

```
int N = 5;
int A[N], B[N];
// здесь заполнить массив A
for( i=0; i< N; i++)
  if( A[i] < 0) B[i] = A[i];
```

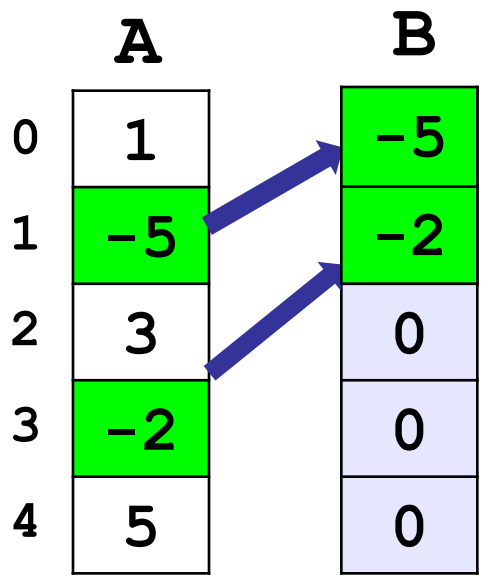


- выбранные элементы не рядом, не в начале массива
- непонятно, как с ними работать

Формирование массива по условию

Решение: ввести счетчик найденных элементов **count**, очередной элемент ставится на место **B[count]**.

```
int A[N], B[N], count = 0;
// здесь заполнить массив A
for( i = 0; i < N; i ++)
  if( A[i] < 0 ) {
    B[count] = A[i];
    count ++;
    }
// вывод массива B
for( i = 0; i < count; i ++)
  System.out.printf(
"%d\n", B[i]);
```



Задания

Задача 1: Заполнить массив случайными числами и отобрать в другой массив все числа, у которых вторая с конца цифра (число десятков) – ноль.

Пример:

```
Исходный массив:
40   105   203  1  14
Результат:
105   203  1
```

Задача 2: Заполнить массив случайными числами и выделить в другой массив все числа, которые встречаются более одного раза.

Пример:

```
Исходный массив:
4  1   2  1  11  2  34
Результат:
1  2
```

Программирование на языке Java

Тема 25. Поиск в массиве

Поиск в массиве

Задача – найти в массиве элемент, равный **X**, или установить, что его нет.

Решение: для произвольного массива: **линейный поиск** (перебор)

недостаток: **низкая скорость**

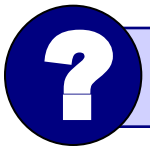
Как ускорить? – заранее подготовить массив для поиска

- как именно подготовить?
- как использовать «подготовленный» массив?

Линейный поиск

nX – номер нужного элемента в массиве

```
nX = -1; // пока не нашли ...
for ( i = 0; i < N; i ++)  // цикл по всем элементам
  if ( A[i] == X )         // если нашли, то ...
     nX = i;               // ... запомнили номер
if (nX<0) System.out.printf("Не нашли...");
else      System.out.printf("A[%d]=%d", nX, X);
```

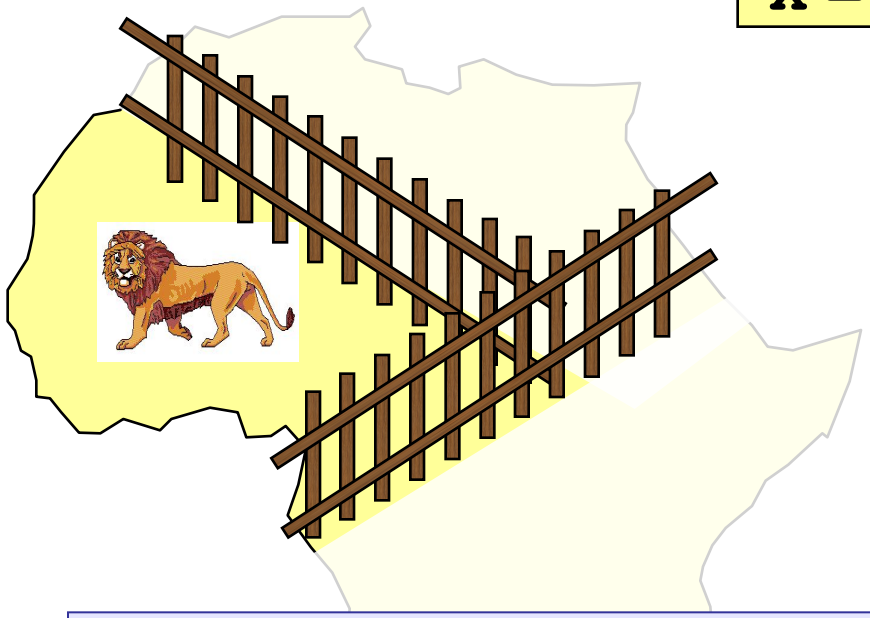


Что можно улучшить?

Улучшение: после того, как нашли **X**, выходим из цикла.

```
nX = -1;
for ( i = 0; i < N; i ++)
 if ( A[i] == X ) {
   nX = i;
   break ;  //выход из цикла
   }
```

Двоичный поиск



X = 7

X < 8

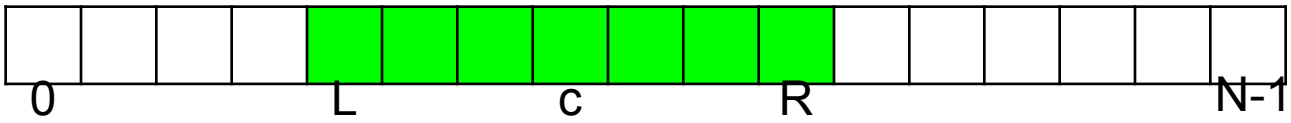
X > 4

X > 6

1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	**4**	4
5	5	5
6	6	**6**
7	7	7
8	8	8
9	9	9
10	10	10
11	11	11
12	12	12
13	13	13
14	14	14
15	15	15
16	16	16

1. Выбрать средний элемент `A[c]` и сравнить с X.
2. Если `X = A[c]`, нашли (выход).
3. Если `X < A[c]`, искать дальше в первой половине.
4. Если `X > A[c]`, искать дальше во второй половине.

Двоичный поиск




```
nX = -1;
L = 0; R = N-1; // границы: ищем от A[0] до A[N-1]
while ( R >= L ){
  c = (R + L) / 2;
  if (X == A[c]) {
    nX = c;
    break;
    }
  if (X < A[c]) R = c - 1;
  if (X > A[c]) L = c + 1;
  }
if (nX < 0) System.out.printf("Не нашли...");
else        System.out.printf("A[%d]=%d", nX, X);
```

номер среднего элемента

если нашли …

выйти из цикла

сдвигаем границы

Почему нельзя `while ( R > L ) { … }` ?

Сравнение методов поиска

	Линейный	Двоичный
подготовка	нет	**отсортировать**
	число шагов	
N = 2	**2**	**2**
N = 16	**16**	**5**
N = 1024	**1024**	**11**
N= 1048576	**1048576**	**21**
N	**≤ N**	**≤ $\log_2 N+1$**

Задания

Задача 1: Написать программу, которая сортирует массив **ПО УБЫВАНИЮ** и ищет в нем элемент, равный X (это число вводится с клавиатуры). Использовать **двоичный поиск**.