Урок 2

Массивы и сортировка

Работа с массивами и способов их сортировки.

Введение

Массив — одна из популярных структур данных, поддерживается многими языками программирования. Как правило, изучение структур данных начинается с массивов, так как более сложные структуры содержат их.

Массив в Java — это структура данных, которая содержит элементы одного типа, расположенные друг за другом в памяти компьютера. Массив в Java является ссылочным типом данных, а доступ к его элементам осуществляется по индексу. Размерность массива, или его длина, определяется как количество входящих в него элементов. В Java индексация массива начинается с индекса 0.

В этом уроке рассмотрим работу с массивами в Java: их создание, вставку и поиск элементов. Изучим одну из разновидностей — упорядоченный массив, а также разберемся со способами сортировки элементов.

Создание массива

В Java массив является ссылочным типом данных, то есть относится к объектам. Поэтому для его создания используют оператор **new**.

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        int[] myArr;          // Определение ссылки на массив
        myArr = new int[10]; // Создание массива и сохранение ссылки на него
    }

}
```

В переменной **myArr** хранится ссылка на блок памяти, в которой содержатся данные массива.

В большинстве случаев определение ссылки и создание массива объединяются в одной действие. Это позволяет сократить код программы.

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
          int[] myArr = new int[10]; // Создание массива и сохранение ссылки на
него
    }

}
```

Использование оператора **[]** говорит о том, что тип переменной принадлежит объекту массива. Есть альтернативный синтаксис создания массива: оператор **[]** ставится после имени переменной, а не после типа данных.

```
 public class Main {

    public static void main(String[] args) {
          int myArr[] = new int[10]; //Создание массива и сохранение ссылки на
него
    }

}
```

Для определения размера массива используется метод **length**.

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        int[] myArr = myArr = new int[10];
        int len = myArr.length;
    }

}
```

Массивы в Java имеют фиксированный размер, и изменить его после создания массива нельзя.

Обращение к элементам массива

Для обращения к элементу массива после ссылки в квадратных скобках указывается его индекс. Такой синтаксис используется во многих языках программирования.

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        int[] myArr = myArr = new int[10];
        int x = myArr[2];
    }

}
```

В Java индексация массива начинается с 0. Если выйти за пределы размерности массива, будет сгенерировано исключение **IndexOutOfBoundsException**.

Инициализация

Инициализация массива совпадает с инициализацией примитивных и ссылочных типов данных. Например, для массива типа **int** значение элементов по умолчанию будет равным 0. Если массив имеет ссылочный тип элементов, по умолчанию его элементы заполняются специальными объектами **null**. Для примера рассмотрим создание и инициализацию двух массивов, один из которых содержит ссылочные элементы, а второй — элементы примитивного типа данных.

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        int[] myArr1 = new int[10];
        People[] myArr2 =  new People[10];
        System.out.println(myArr1[1]);
        System.out.println(myArr2[1]);
    }
}

class People{
    String name;

}
```

Первый вывод в консоль даст результат 0, а второй **null**.

Объявление, создание и заполнение массива можно объединить в одну команду, используя следующий синтаксис:

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        int[] myArr1 = {1,2,3,4,5,2};
        System.out.println(myArr1[1]);
    }

}
```

В таком случае размер массива определяется количеством значений, указанных в фигурных скобках.

Вывод элементов массива

Для вывода в консоль всех элементов массива используется оператор **for** и метод **println**.

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        int[] myArr1 = {1,2,3,4,5,2};
        for(int i=0;i<myArr1.length;i++){
            System.out.println(myArr1[i]);
        }
    }

}
```

Удаление элемента массива

Так как размерность массива изменить нельзя, то и элемент массива явно удалить невозможно. Можно сдвинуть массив на одно значение влево. Допустим, необходимо удалить элемент массива со значением 3. Первое, что следует сделать, — найти его перебором в цикле и сохранить его индекс.

Дальше в новом цикле, начиная с найденного индекса, присвоить новые значения остальным элементам массива.

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        int[] myArr1 = {1,2,3,4,5,2};
        int i;
        int len = myArr1.length;
        int search = 4;

        for(int j=0; j<len; j++){
            System.out.println(myArr1[j]);
        }

        for(i=0;i<len;i++){
            if (myArr1[i] == search) break;
        }
        for (int j = i; j<len-1; j++){
            myArr1[j] = myArr1[j+1];
        }
        len--;

        for(int j=0; j<len; j++){
            System.out.println(myArr1[j]);
        }

    }

}
```

При запуске программы создается массив **myArr1**, который содержит 6 элементов типа **int**. Объявляется переменная **i**, в которую будет помещен индекс искомого значения. Объявляется и инициализируется переменная **len**, содержащая количество элементов массива. В переменной **search** указывается искомое значение, которое будет удалено. После вывода элементов массива в консоль, циклом пробегаясь по нему, ищем необходимый элемент. Если он найден, останавливаем цикл. Таким образом в переменной **i** будет находиться позиция искомого элемента. Далее в новом цикле осуществляем сдвиг влево на один элемент и устанавливаем значение переменной **len** на единицу меньше.

Результат работы программы:

```
Выводим массив

1

2

3

4

5

2

Поиск искомого элемента

Сдвиг всех элементов на 1 шаг влево

Вывод массива с удаленным элементом

1

2

3

5

2
```

В программировании считается плохим тоном писать программу в одном файле. Отделим логику, которая касается работы с массивом, от основной программы. Создадим класс, который будет содержать методы создания массива, поиска элемента и удаления найденного элемента.

```
class MyArr{
    private int[] arr;
    private int size;

    public MyArr(int size){
        this.size = size;
        this.arr = new int[size];
    }

    public int getElement(int index){
        return this.arr[index];
    }

    public void setElement(int index, int elem){
        this.arr[index] = elem;
    }

    public int[] deleteElement(int elem){
```

```
        int i=0;
        for(i=0;i<this.size;i++){
            if (this.arr[i] == elem) break;
        }

        for (int j=i;j<this.size-1; j++){
            this.arr[j] = this.arr[j+1];
        }
        this.size--;

        return this.arr;
    }

    public int getSize(){
        return this.size;
    }

}

public class Main {
    public static void main(String[] args) {

        MyArr arr = new MyArr(10);
        arr.setElement(0, 5);
        arr.setElement(1, 5);
        arr.setElement(2, 5);
        arr.setElement(3, 5);
        arr.setElement(4, 5);
        arr.setElement(5, 5);
        arr.setElement(6, 1);
        arr.setElement(7, 5);
        arr.setElement(8, 5);
        arr.setElement(9, 5);

        System.out.println("Выводим массив");
        for(int j=0; j<arr.getSize(); j++){
            System.out.println(arr.getElement(j));
        }

        arr.deleteElement(1);

        System.out.println("Выводим новый массив");
        for(int j=0; j<arr.getSize(); j++){
            System.out.println(arr.getElement(j));
        }
    }

}
```

Таким образом мы отделили структуру данных от остального кода программы. Теперь в методе **main** используем методы, реализованные в классе **MyArr**. Но и такая структура класса не идеальна. По сути, методы **setElement** и **getElement** делают то же, что и оператор **[]**. Также пользователь применяет операторы цикла для вывода информации о массиве. Сделаем небольшой рефакторинг и уменьшим количества кода в методе **main**. В классе MyArr создадим три метода: **insert**, **delete** и **display**.

```
class MyArr{
    private int[] arr;
    private int size;

    public MyArr(int size){
        this.size = 0;
        this.arr = new int[size];
    }

    public void display(){
        for(int i=0;i<this.size;i++){
            System.out.println(this.arr[i]);
        }
    }

    public void delete(int value){
        int i=0;
        for(i=0;i<this.size;i++){
            if (this.arr[i] == value) break;
        }

        for (int j=i;j<this.size-1; j++){
            this.arr[j] = this.arr[j+1];
        }
        this.size--;
    }

    public void insert(int value){
        arr[this.size] = value;
        this.size++;
    }
}

public class Main {
    public static void main(String[] args) {

        MyArr arr = new MyArr(10);
        arr.insert(5);
        arr.insert(1);
        arr.insert(2);
        arr.insert(5);
        arr.insert(4);
        arr.insert(5);
        arr.insert(6);
        arr.insert(5);
        arr.insert(8);
        arr.insert(9);

        System.out.println("Выводим массив");
        arr.display();
        arr.delete(1);
        System.out.println("Выводим новый массив");
        arr.display();
    }
}
```

В примере поиск удаляемого элемента находится внутри класса **delete**. Алгоритм поиска выглядит не идеально, так как не учитывает тот факт, что искомый элемент может быть не найден.

Линейный и двоичный поиск

Рассмотрим два вида поиска: линейный и двоичный. Создадим метод **find**, который будет выполнять линейный поиск. Он осуществляется простым сравнением очередного элемента в массиве с искомым значением. Если значения совпадают, поиск считается завершенным.

Пример реализации линейного поиска в классе **MyArr**:

```
public boolean find(int value){
	int i;
	for(i=0;i<this.size;i++){
		if (this.arr[i] == value) break;
	}
	if (i==this.size)
		return false;
	else
		return true;

}
```

Метод **find** осуществляет поочередное сравнение всех элементов массива с искомым значением и, если элемент найден, возвращает логическое значение **true**. Если был достигнут конец массива и элемент не был обнаружен, возвращается логическое значение **false**.

Добавим в реализацию метода **main** проверку на существование удаляемого элемента:

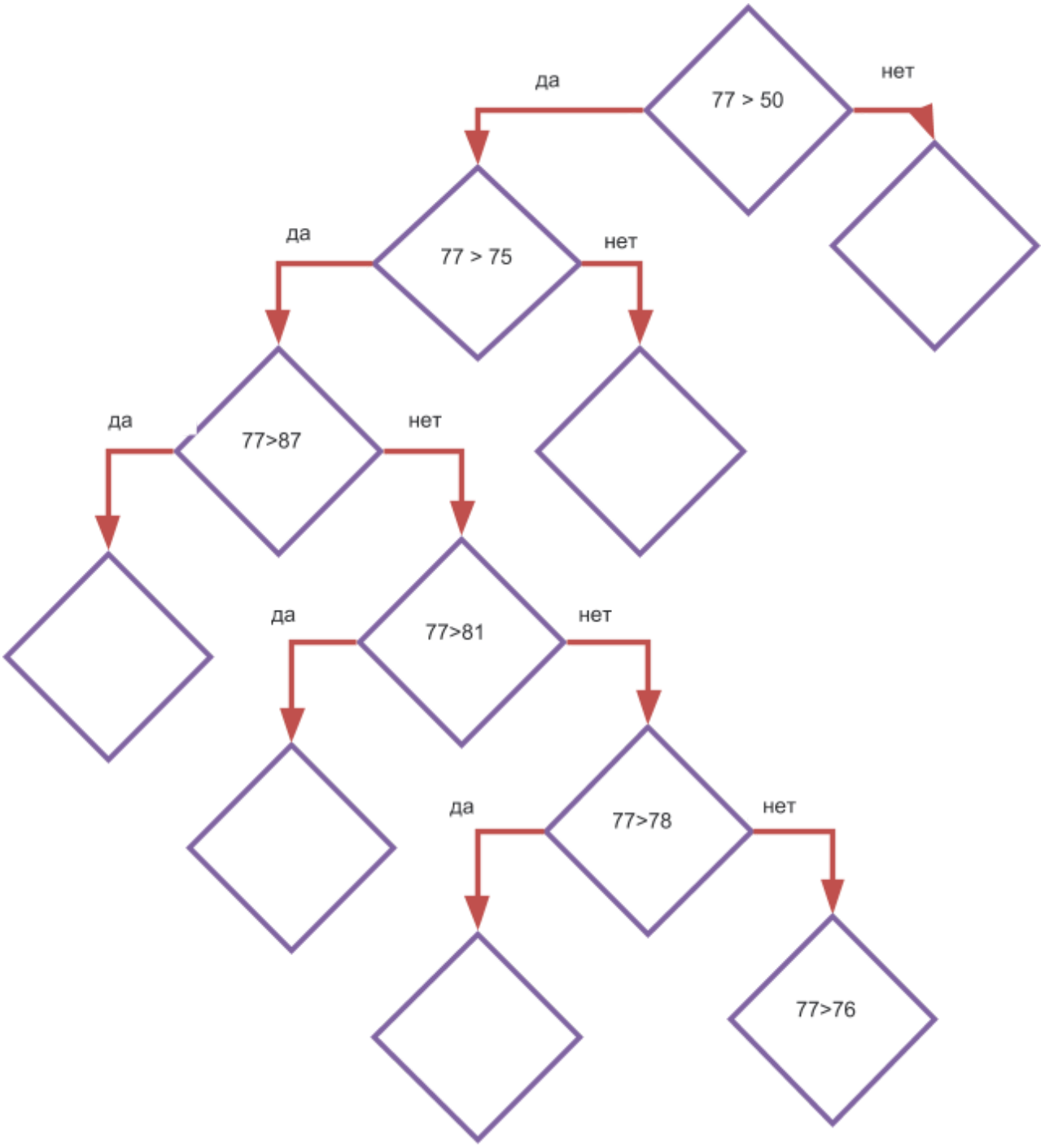
```
public static void main(String[] args) {

	MyArr arr = new MyArr(10);
	arr.insert(5);
	arr.insert(1);
	arr.insert(2);
	arr.insert(5);
	arr.insert(4);
	arr.insert(5);
	arr.insert(6);
	arr.insert(5);
	arr.insert(8);
	arr.insert(9);

	int search = 8;

	System.out.println("Выводим массив");
	arr.display();

	if (arr.find(search)){
		arr.delete(search);
		System.err.println("Элемент " +search+ " удален");
	} else {
		System.out.println("Не удалось найти элемент "+search);
	}

	System.out.println("Выводим новый массив");
	arr.display();

}
```

Теперь если искомый элемент не будет найден, программа сообщит об этом.

Двоичный поиск — это алгоритм поиска элемента в отсортированном массиве. Его можно сравнить с игрой «Угадай число», когда один участник загадывает число от 1 до 100, а другой пытается его назвать. Чтобы сделать это за меньшее число шагов, следует начинать с 50. Если загаданное число больше — оно находится в диапазоне 51–100, и поиск искомого значения сократится вдвое.

Представим, что мы хотим найти число 77. На первом шаге разделим диапазон значений пополам и сравним число 77 с 50. Число 77 больше 50, поэтому продолжим поиск от 51 до 100. Каждое следующее предположение будет сокращать диапазон искомого значения вдвое. Следующее сравнение — с 75. Так как наше число больше, поиск продолжится от 76 до 100. И так далее, пока не найдется число 77.

Если бы мы использовали линейный поиск, для нахождения необходимого элемента потребовалось бы 77 шагов.



Добавим к классу **MyArr** метод **binaryFind**, который выполняет двоичный поиск элемента массива.

Метод **binaryFind**:

```
public boolean binaryFind(int value){
	int low = 0;
	int high = this.size-1;
	int mid;
	while(low<high){
		mid = (low+high)/2;
		if (value == this.arr[mid]){
			return true;
		}
		else {
			if (value < this.arr[mid]){
				high = mid;
			} else {
				low = mid+1;
			}
		}
	 }
	 return false;

}
```

Сначала определяем переменные, которые хранят индексы верхней и нижней границы поиска. В переменной **mid** будет граница поиска, которая делит наш диапазон пополам. Поиск будет проходить внутри цикла **while**, пока нижняя граница поиска будет меньше верхней. В цикле проверяем соответствие переменной **mid** искомому значению. Если значение не найдено, сравниваем его с переменной **mid**. В случае, когда искомое значение меньше, присваиваем верхней границе значение, которое находится в переменной **mid**. В ином случае присваиваем значение переменной **mid** нижней границе. После этого переходим на новую итерацию цикла — до тех пор, пока значение не будет найдено или переменная **low** будет больше, чем **high**.

Так как массив отсортирован по возрастанию, необходимо модернизировать алгоритм метода вставки элемента. Вставлять значения в конец массива не получится — теперь надо сравнивать вставляемый элемент со всеми в массиве и вставлять его на нужное место, а остальные сдвигать вправо.

Код обновленного метода **insert**:

```
public void insert(int value){
	int i;
	for(i=0;i<this.size;i++){
		if (this.arr[i]>value)
			break;
	}
	for(int j=this.size;j>i;j--){
		this.arr[j] = this.arr[j-1];
	}
	this.arr[i] = value;
	this.size++;

}
```

Полный код класса **MyArr** и класса **Main**:

```
class MyArr{
    private int[] arr;
    private int size;

    public MyArr(int size){
        this.size = 0;
        this.arr = new int[size];
    }

    public boolean binaryFind(int value){
         int low = 0;
       int high = this.size-1;
         int mid;
       while(low<high){
             mid = (low+high)/2;
             if (value == this.arr[mid]){
                 return true;
             }
             else {
                 if (value < this.arr[mid]){
                     high = mid;
                 } else {
                     low = mid+1;
                 }
             }
         }
         return false;
    }

    public boolean find(int value){
        int i;
        for(i=0;i<this.size;i++){
            if (this.arr[i] == value) break;
        }
        if (i==this.size)
            return false;
        else
            return true;
    }

    public void display(){
        for(int i=0;i<this.size;i++){
            System.out.println(this.arr[i]);
        }
    }

    public void delete(int value){
        int i=0;
        for(i=0;i<this.size;i++){
            if (this.arr[i] == value) break;
        }

        for (int j=i;j<this.size-1; j++){
            this.arr[j] = this.arr[j+1];
        }
        this.size--;
    }
```

```
    public void insert(int value){
      int i;
      for(i=0;i<this.size;i++){
            if (this.arr[i]>value)
                  break;
      }
      for(int j=this.size;j>i;j--){
            this.arr[j] = this.arr[j-1];
      }
      this.arr[i] = value;
      this.size++;
    }

}

public class Main {
    public static void main(String[] args) {

        MyArr arr = new MyArr(10);
        arr.insert(-10);
        arr.insert(45);
        arr.insert(26);
        arr.insert(20);
        arr.insert(25);
        arr.insert(40);
        arr.insert(75);
        arr.insert(80);
        arr.insert(82);
        arr.insert(91);

        int search = -10;


        System.out.println(arr.binaryFind(search));
    }

}
```

В результате работы программы метод **binarySearch** вернет логический результат **true** или **false**.

Формула, по которой можно посчитать количество шагов при двоичном поиске:

$$r = 2^s$$

r — размер диапазона, **s** — количество шагов.

Представим, что нужно проводить поиск в диапазоне от 1 до 100. Если **s** = 6, то 2^6 = 64, и этого недостаточно, чтоб покрыть весь диапазон поиска. А если **s** = 7, то этого хватает с избытком. Поиск искомого значения в диапазоне от 1 до 100 пройдет максимум за 7 шагов.

Разберемся с объектами, ведь до сих пор наш массив содержал примитивные типы данных **Int**. Рассмотрим работу с массивом объектов на примере класса **Person**, который содержит информацию об имени и возрасте человека. Для правильной работы класса **myArr** необходимо скорректировать методы. Изменим тип массива с **int** на **Person**. Поиск и удаление теперь осуществляются по ключевому полю **search**, которое является объектным типом **String**. Поэтому для сравнения по этому

полю необходимо использовать метод **equals()** вместо **==**. В методе **insert** теперь происходит вставка объекта **Person** вместо переменной типа **int**.

```
class Person{
    private String name;
    private int age;

    public Person(String name, int age) {
        this.name = name;
        this.age = age;
    }

    public String getName() {
        return name;
    }

    public int getAge() {
        return age;
    }
}

class MyArr{
    private Person[] arr;
    private int size;

    public MyArr(int size){
        this.size = 0;
        this.arr = new Person[size];
    }

    public boolean find(String search){
        int i;
        for(i=0;i<this.size;i++){
            if (this.arr[i].getName().equals(search)) break;
        }
        if (i==this.size)
            return false;
        else
            return true;
    }

    public void display(){
        for(int i=0;i<this.size;i++){
            System.out.println(this.arr[i].getName()+" "+this.arr[i].getAge());
        }
    }

    public void delete(String search){
        int i=0;
        for(i=0;i<this.size;i++){
            if (this.arr[i].getName().equals(search)) break;
        }

        for (int j=i;j<this.size-1; j++){
            this.arr[j] = this.arr[j+1];
        }
        this.size--;
    }
```

```
    public void insert(String name, int age){
        this.arr[this.size] = new Person(name, age);
        this.size++;
    }

}

public class Main {

    public static void main(String[] args) {
        int size = 100;
        MyArr arr = new MyArr(size);
        arr.insert("Vasya", 10);
        arr.insert("Igor", 15);
        arr.display();

        arr.delete("Igor");

        arr.display();
    }

}
```

Сложность алгоритмов

Сложность алгоритма вставки не зависит от количества элементов массива, так как новый элемент всегда вставляется в конец списка. Представим, что для вставки требуется время **k**, которое для любого значения будет одинаковым. Тогда алгоритм вставки будет рассчитываться по такой формуле:

$$T = k$$

T — время вставки в неупорядоченный массив.

Сложность линейного поиска зависит от того, когда встретится искомый элемент. В худшем случае время поиска можно рассчитать по формуле:

$$T = k \times N$$

N — количество элементов массива.

Как и для линейного поиска, можно записать формулу сложности двоичного поиска:

$$T = k \times log_2 N$$

Время, потраченное на двоичный поиск, будет пропорционально логарифму **N** с основанием 2.

Так как во всех формулах используется константа **k**, которая зависит от различных условий — мощности процессора, эффективности кода, сгенерированного компилятором и других, — ее можно опустить и использовать O-синтаксис (Order of..). Он не дает конкретных цифр, а передает общий характер зависимости времени выполнения от количества элементов.

Таким образом, формулы можно привести к виду:

- Линейный поиск — **O(N)**;
- Двоичный поиск — **O(log_2N)**;

- Вставка в неупорядоченный массив — **O(1)**, то есть константа.

Можно сказать, что массивы поддерживают все необходимые операции для работы с данными. Вставка в неупорядоченный массив происходит быстро, зато поиск — медленно. Другой недостаток массива в том, что он имеет фиксированную длину. Если указать в начале программы меньший размер, чем требуется, это приведет к ошибкам, а если больший — к нецелевому использованию памяти.

Сортировка

Пузырьковая сортировка

Один из самых простых способов сортировки элементов массива. Рассмотрим механизм пузырьковой сортировки. Чтобы отсортировать числа по возрастанию, с самого левого элемента массива сравниваются два значения. Если левый элемент больше правого, они меняются местами. После чего происходит один шаг вправо, и действия повторяются снова, и так до конца массива. При первом проходе выполняется **N-1** действий. Когда определено самое большое число, расположившееся в итоге конце массива, сортировка идет дальше. Алгоритм начинается с начала и вновь сравнивает элементы. На этом этапе количество действий будет равно **N-2**. Сортировка продолжается, пока не будет отсортирован весь массив.

Создадим в классе **MyArr** метод **sortBubble**, который реализует пузырьковую сортировку. Также добавим закрытый метод **change**, который будет вызываться из метода **sortBubble** и менять элементы массива местами.

Ниже представлены два реализованных метода, которые необходимо вставить в класс **MyArr**:

```
public void sortBubble(){
      int out, in;
      for (out = this.size-1;out>1;out--){
            for(in=0;in<out;in++){
                  if (this.arr[in]>this.arr[in+1]){
                        change(in, in+1);
                  }
            }
      }
}

private void change(int a, int b){
      int tmp = this.arr[a];
      this.arr[a] = this.arr[b];
      this.arr[b] = tmp;

}
```

Внешний цикл по переменной **out** начинается с конца массива и с каждой итерацией уменьшается на единицу. Это экономит время и позволяет не сравнивать уже отсортированные значения. Внутренний цикл по **in** сравнивает между собой значения массива и вызывает метод **change**, в котором происходит смена позиций элементов.

Сложность пузырьковой сортировки очень высокая и достигает **O(N^2)**. Это происходит за счет использования двух циклов: внешнего и внутреннего.

Сортировка методом выбора

В сортировке методом выбора перебор элементов начинается с крайнего левого. В отличие от пузырьковой сортировки, здесь добавляется дополнительный элемент — маркер. В начале сортировки крайний левый элемент помечается маркером и считается минимальным. Далее каждое следующее значение сравнивается с маркером. Если оно меньше, чем значение в маркере, необходимо переписать последнее на обнаруженное минимальное. Когда проход по массиву будет завершен, в маркере будет минимальный элемент.

Теперь необходимо переставить значение, которое находится в маркере, на первое место в массиве. Первый шаг сделан: один элемент отсортирован. Для сортировки одного элемента было проведено **N-1** сравнений и одна перестановка. С каждой следующей итерацией будет отсортировано по одному элементу.

Создадим в классе **MyArr** метод **sortSelect**, который реализует сортировку методом выбора:

```
public void sortSelect(){
      int out, in, mark;
      for(out=0;out<this.size;out++){
            mark = out;
            for(in = out+1;in<this.size;in++){
                  if (this.arr[in]< this.arr[mark]){
                        mark = in;
                  }
            }
            change(out, mark);
      }

}
```

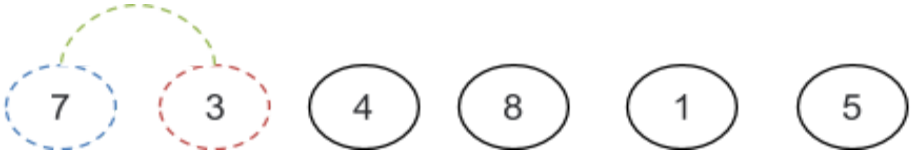
Перебор элементов внешнего цикла начинается с нулевого индекса. Внутренний цикл начинается с элемента, соответствующего текущему значению элемента внешнего цикла, и двигается вправо с каждой итерацией. На каждой внутренней итерации цикла элементы сравниваются, и если элемент внутреннего цикла меньше маркера **mark**, происходит операция присваивания **mark = in**.

При применении алгоритма метода выбора количество перестановок равно **O(N)**, а количество сравнений **O(N^2)**.

Сортировка методом вставки

Сортировка методом вставки — лучшая среди элементарных алгоритмов сортировки.

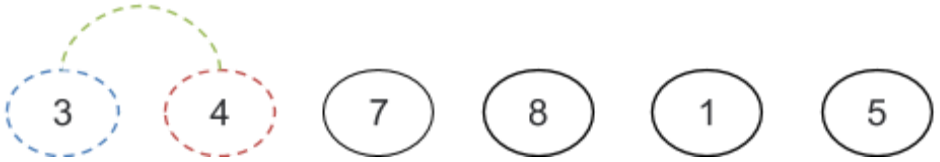
Суть алгоритма — в сравнивании каждого элемента массива со всеми остальными, которые находятся слева от него. Представим, что есть массив, который состоит из 6 элементов: {7,3,4,8,1,5}. Отсортируем его методом вставки. Сортировка начинается со второго элемента, так как у первого нет соседей слева.



Сравниваем 3 и 7. Три меньше семи. Меняем их местами.

На следующем шаге берем цифру четыре и сравниваем ее сначала с семеркой.

Четыре меньше семи. Меняем их местами. На следующем шаге сравниваем четверку с тройкой.



Так как четверка больше чем тройка, менять их местами не будем. То же самое нужно сделать с остальными элементами массива.

Реализация сортировки методом вставки:

```
public void sortInsert(){
      int in, out;
      for(out = 1;out < this.size; out++){
            int temp = this.arr[out];
            in = out;
            while(in > 0 && this.arr[in-1] >=temp){
                  this.arr[in] = this.arr[in-1];
                  --in;
            }
            this.arr[in] = temp;
      }

}
```

Так как первый элемент массива с индексом 0 сравнивать с самим собой смысла нет, внешний цикл начинается со второго элемента массива. Во внутреннем цикле **while** счетчик **in** начинает с позиции **out** и двигается влево и завершается, когда **temp** станет меньше элемента массива или когда дальнейшее смещение станет невозможным. При каждом проходе по циклу **while** следующий отсортированный элемент сдвигается на одну позицию влево.

Отсортируем объекты, используя сортировку методом вставки. Ниже представлен код, реализующий ее. В приведенном примере создан класс, в котором есть методы удаления и добавления элементов массива, а также метод **sortInsertObj**, который сортирует объекты типа **Person**.

```
class Person{
    private String name;
    private int age;

    public Person(String name, int age) {
        this.name = name;
        this.age = age;
    }

    public String getName() {
        return name;
    }

    public int getAge() {
        return age;
    }
}

class MyArr{
    private Person[] arr;
    private int size;

    public MyArr(int size){
        this.size = 0;
        this.arr = new Person[size];
    }



    public boolean find(String search){
        int i;
        for(i=0;i<this.size;i++){
            if (this.arr[i].getName().equals(search)) break;
        }
        if (i==this.size)
            return false;
        else
            return true;
    }

    public void display(){
        for(int i=0;i<this.size;i++){
            System.out.println(this.arr[i].getName()+" "+this.arr[i].getAge());
        }
    }

    public void delete(String search){
        int i=0;
        for(i=0;i<this.size;i++){
            if (this.arr[i].getName().equals(search)) break;
        }

        for (int j=i;j<this.size-1; j++){
            this.arr[j] = this.arr[j+1];
        }
        this.size--;
    }
```

```
    public void insert(String name, int age){
        this.arr[this.size] = new Person(name, age);
        this.size++;
    }

    public void sortInsertObj(){
        int in, out;
        for(out = 1;out < this.size; out++){
            Person temp = this.arr[out];
            in = out;
            while(in > 0 && this.arr[in-1].getName().compareTo(temp.getName()) >
0){
                this.arr[in] = this.arr[in-1];
                --in;
            }
            this.arr[in] = temp;
        }
    }

}

public class Main {

    public static void main(String[] args) {
        int size = 100;
        MyArr arr = new MyArr(size);
        arr.insert("Vasya", 10);
        arr.insert("Igor", 15);
        arr.insert("Viktor", 15);
        arr.display();

        arr.sortInsertObj();

        arr.display();
    }

}
```

Домашнее задание

1. Создать массив большого размера (миллион элементов).
2. Написать методы удаления, добавления, поиска элемента массива.
3. Заполнить массив случайными числами.
4. Написать методы, реализующие рассмотренные виды сортировок, и проверить скорость выполнения каждой.

Дополнительные материалы

1. Двоичный поиск.

2. Сортировка методом вставки.
3. Сортировка методом выбора.
4. Пузырьковая сортировка.

Используемая литература

Для подготовки данного методического пособия были использованы следующие ресурсы:

1. Лафорте Р. Структуры данных и алгоритмы в Java. Классика Computers Science. 2-е изд. —СПб.: Питер, 2013. — 46-119 сс.