

**Лабораторная работа №5**  
**Манякин Степан 6204-010302D**

# Задание 1

Необходимо переопределить в классе `FunctionPoint` следующие методы:

- **`String toString()`**: Должен возвращать текстовое описание точки.
- **`boolean equals(Object o)`**: Должен возвращать `true` тогда и только тогда, когда переданный объект также является точкой и его координаты в точности совпадают с координатами объекта, у которого вызывается метод
- **`int hashCode()`**: Должен возвращать значение хэш-кода для объекта точки.
- **`Object clone()`**: Должен возвращать объект-копию для объекта точки.

```
package functions;

import java.io.Serializable;

public class FunctionPoint implements Serializable {
    private double x; //координата по оси x
    private double y; //координата по оси y

    public FunctionPoint(double x, double y) { //конструктор с двумя
параметрами
        this.x = x;
        this.y = y;
    }

    public FunctionPoint(FunctionPoint point) { //конструктор копирования
        this.x = point.x;
        this.y = point.y;
    }

    public FunctionPoint() { //конструктор по умолчанию (0;0)
        this.x = 0;
        this.y = 0;
    }

    public double getX() { //геттер для x
        return x;
    }

    public void setX(double x) { //сеттер для x
        this.x = x;
    }

    public double getY() { //геттер для y
        return y;
    }

    public void setY(double y) { //сеттер для y
        this.y = y;
    }

    // Переопределение метода toString()
    @Override
    public String toString() {
        return "(" + x + "; " + y + ")";
    }
}
```

```

// Переопределение метода equals()
@Override
public boolean equals(Object o) {
    if (this == o) return true;
    if (o == null || getClass() != o.getClass()) return false;

    FunctionPoint that = (FunctionPoint) o;

    // Сравнение с учетом точности чисел с плавающей точкой
    return Double.compare(that.x, x) == 0 &&
        Double.compare(that.y, y) == 0;
}

// Переопределение метода hashCode()
@Override
public int hashCode() {
    long xBits = Double.doubleToLongBits(x);
    long yBits = Double.doubleToLongBits(y);

    int xHash = (int) (xBits ^ (xBits >>> 32));
    int yHash = (int) (yBits ^ (yBits >>> 32));

    return xHash ^ yHash;
}

// Переопределение метода clone()
@Override
public Object clone() {
    return new FunctionPoint(this.x, this.y);
}
}

```

вот весь код класса FunctionPoint

## Задание 2

Нам необходимо в классе ArrayTabulatedFunction следующие методы:

- **String toString():** Должен возвращать описание табулированной функции.
- **boolean equals(Object o):** Должен возвращать true тогда и только тогда, когда переданный объект также является табулированной функцией (реализует интерфейс TabulatedFunction) и её набор точек в точности совпадает с набором точек функции, у которой вызывается метод.
- **int hashCode():** Должен возвращать значение хэш-кода для объекта табулированной функции.
- **Object clone():** Должен возвращать объект-копию для объекта табулированной функции, клонирование должно быть глубоким.

```

@Override
public String toString() {
    StringBuilder sb = new StringBuilder();
    sb.append("{");
    for (int i = 0; i < pointsCount; i++) {
        sb.append(points[i].toString()); // используем toString() точки
    }
}

```

```

        if (i < pointsCount - 1) {
            sb.append(", ");
        }
    }
    sb.append("}");
    return sb.toString();
}

// Переопределение метода equals()
@Override
public boolean equals(Object o) {
    if (this == o) return true;
    if (o == null || !(o instanceof TabulatedFunction)) return false;

    TabulatedFunction that = (TabulatedFunction) o;

    // Проверка количества точек
    if (this.getPointsCount() != that.getPointsCount()) return false;

    // Оптимизация для ArrayTabulatedFunction
    if (o instanceof ArrayTabulatedFunction) {
        ArrayTabulatedFunction other = (ArrayTabulatedFunction) o;
        for (int i = 0; i < pointsCount; i++) {
            if (!points[i].equals(other.points[i])) {
                return false;
            }
        }
    } else {
        // Общий случай для любого TabulatedFunction
        for (int i = 0; i < pointsCount; i++) {
            FunctionPoint thisPoint = this.getPoint(i);
            FunctionPoint thatPoint = that.getPoint(i);
            if (!thisPoint.equals(thatPoint)) {
                return false;
            }
        }
    }

    return true;
}

// Переопределение метода hashCode()
@Override
public int hashCode() {
    int hash = pointsCount; // включаем количество точек в хэш

    for (int i = 0; i < pointsCount; i++) {
        hash ^= points[i].hashCode(); // XOR с хэш-кодом каждой точки
    }

    return hash;
}

// Переопределение метода clone()
@Override
public Object clone() {
    // Глубокое клонирование
    FunctionPoint[] clonedPoints = new FunctionPoint[pointsCount];
    for (int i = 0; i < pointsCount; i++) {
        clonedPoints[i] = (FunctionPoint) points[i].clone(); // клонируем
каждую точку
    }

    try {

```

```

        ArrayTabulatedFunction clone = (ArrayTabulatedFunction)
super.clone();
        clone.points = clonedPoints;
        clone.pointsCount = this.pointsCount;
        // transient поля сбрасываем
        clone.lastAccessedIndex = -1;
        clone.lastAccessedPoint = null;
        return clone;
    } catch (CloneNotSupportedException e) {
        // fallback - создаем через конструктор
        return new ArrayTabulatedFunction(clonedPoints);
    }
}

```

## Задание 3

Аналогично, необходимо переопределить методы `toString()`, `equals()`, `hashCode()` и `clone()` в классе `LinkedListTabulatedFunction`.

```

// Переопределение метода toString()
@Override
public String toString() {
    StringBuilder sb = new StringBuilder();
    sb.append("{");
    FunctionNode current = head.next;
    while (current != head) {
        sb.append(current.point.toString());
        if (current.next != head) {
            sb.append(", ");
        }
        current = current.next;
    }
    sb.append("}");
    return sb.toString();
}

// Переопределение метода equals()
@Override
public boolean equals(Object o) {
    if (this == o) return true;
    if (o == null || !(o instanceof TabulatedFunction)) return false;

    TabulatedFunction that = (TabulatedFunction) o;

    // Проверка количества точек
    if (this.getPointsCount() != that.getPointsCount()) return false;

    // Оптимизация для LinkedListTabulatedFunction
    if (o instanceof LinkedListTabulatedFunction) {
        LinkedListTabulatedFunction other = (LinkedListTabulatedFunction) o;
        FunctionNode thisCurrent = this.head.next;
        FunctionNode otherCurrent = other.head.next;

        while (thisCurrent != this.head && otherCurrent != other.head) {
            if (!thisCurrent.point.equals(otherCurrent.point)) {
                return false;
            }
            thisCurrent = thisCurrent.next;
        }
    }
}

```

```

        otherCurrent = otherCurrent.next;
    }
    } else {
        // Общий случай для любого TabulatedFunction
        for (int i = 0; i < pointsCount; i++) {
            FunctionPoint thisPoint = this.getPoint(i);
            FunctionPoint thatPoint = that.getPoint(i);
            if (!thisPoint.equals(thatPoint)) {
                return false;
            }
        }
    }

    return true;
}

// Переопределение метода hashCode()
@Override
public int hashCode() {
    int hash = pointsCount; // включаем количество точек в хэш

    FunctionNode current = head.next;
    while (current != head) {
        hash ^= current.point.hashCode(); // XOR с хэш-кодом каждой точки
        current = current.next;
    }

    return hash;
}

// Переопределение метода clone()
@Override
public Object clone() {
    // "Пересборка" нового списка без использования методов добавления
    FunctionPoint[] pointsArray = new FunctionPoint[pointsCount];

    // Собираем массив точек из текущего списка
    FunctionNode current = head.next;
    int index = 0;
    while (current != head) {
        pointsArray[index++] = (FunctionPoint) current.point.clone(); //
        копируем точку
        current = current.next;
    }

    // Создаем новый список через конструктор
    return new LinkedListTabulatedFunction(pointsArray);
}

```

## Задание 4

Необходимо сделать так, чтобы все объекты типа `TabulatedFunction` были клонируемыми с точки зрения JVM и внести метод `clone()` в этот интерфейс.

```

package functions;

public interface TabulatedFunction extends Function, Cloneable {
    //возвращает количество точек в функции
    int getPointsCount();
}

```

```

        //возвращает точку по указанному индексу
        //выбрасывает исключение, если индекс выходит за границы
        FunctionPoint getPoint(int index) throws
        FunctionPointIndexOutOfBoundsException;

        //заменяет точку по указанному индексу
        //выбрасывает исключения при недопустимом индексе или нарушении порядка
        точек
        void setPoint(int index, FunctionPoint point) throws
        FunctionPointIndexOutOfBoundsException, InappropriateFunctionPointException;

        //возвращает координату x точки по указанному индексу
        double getPointX(int index) throws
        FunctionPointIndexOutOfBoundsException;

        //устанавливает координату x точки по указанному индексу
        //проверяет сохранение упорядоченности точек по x
        void setPointX(int index, double x) throws
        FunctionPointIndexOutOfBoundsException, InappropriateFunctionPointException;

        //возвращает координату y точки по указанному индексу
        double getPointY(int index) throws
        FunctionPointIndexOutOfBoundsException;

        //устанавливает координату y точки по указанному индексу
        void setPointY(int index, double y) throws
        FunctionPointIndexOutOfBoundsException;

        //добавляет новую точку в функцию
        //проверяет отсутствие дублирования координат x и сохраняет
        упорядоченность
        void addPoint(FunctionPoint point) throws
        InappropriateFunctionPointException;

        //удаляет точку по указанному индексу
        //требуется наличия минимум 2 точек после удаления
        void deletePoint(int index) throws
        FunctionPointIndexOutOfBoundsException, IllegalStateException;

        //возвращает копию объекта табулированной функции
        Object clone();
    }

```

## Задание 5

Реализуем `main()`, проверяя работу переопределенных нами методов.

Проверяем работу метода `toString()` для объектов типов `ArrayTabulatedFunction` и `LinkedListTabulatedFunction`, выводя строковое представление объектов в консоль.

```

// 2) Тестирование toString()
System.out.println("\n2) Testing toString() method:");
System.out.println("ArrayTabulatedFunction 1: " + arrayFunc1.toString());
System.out.println("LinkedListTabulatedFunction 1: " +
    linkedFunc1.toString());
System.out.println("ArrayTabulatedFunction 2: " + arrayFunc2.toString());
System.out.println("LinkedListTabulatedFunction 2: " +
    linkedFunc2.toString());

```

Проверяем работу метода equals(), вызывая его для одинаковых и различающихся объектов одинаковых и различающихся классов.

```
// 3) Тестирование equals()
System.out.println("\n3) Testing equals() method:");

// Сравнение одинаковых объектов одного класса
System.out.println("arrayFunc1.equals(arrayFunc1): " +
arrayFunc1.equals(arrayFunc1));
System.out.println("linkedFunc1.equals(linkedFunc1): " +
linkedFunc1.equals(linkedFunc1));

// Сравнение одинаковых объектов разных классов (одинаковые точки)
System.out.println("arrayFunc1.equals(linkedFunc1): " +
arrayFunc1.equals(linkedFunc1));
System.out.println("linkedFunc1.equals(arrayFunc1): " +
linkedFunc1.equals(arrayFunc1));

// Сравнение разных объектов
System.out.println("arrayFunc1.equals(arrayFunc2): " +
arrayFunc1.equals(arrayFunc2));
System.out.println("arrayFunc1.equals(linkedFunc2): " +
arrayFunc1.equals(linkedFunc2));
System.out.println("linkedFunc1.equals(arrayFunc2): " +
linkedFunc1.equals(arrayFunc2));

// Сравнение с null и другим типом
System.out.println("arrayFunc1.equals(null): " + arrayFunc1.equals(null));
System.out.println("arrayFunc1.equals(\"string\"): " +
arrayFunc1.equals("string"));
```

Проверяем работу метода hashCode(), выведя в консоль его значения для всех использованных объектов.

```
// 4) Тестирование hashCode()
System.out.println("\n4) Testing hashCode() method:");
System.out.println("arrayFunc1.hashCode(): " + arrayFunc1.hashCode());
System.out.println("linkedFunc1.hashCode(): " + linkedFunc1.hashCode());
System.out.println("arrayFunc2.hashCode(): " + arrayFunc2.hashCode());
System.out.println("linkedFunc2.hashCode(): " + linkedFunc2.hashCode());

// Проверка согласованности equals() и hashCode()
System.out.println("\nConsistency check (equal objects should have equal
hashCodes):");
System.out.println("arrayFunc1.equals(linkedFunc1): " +
arrayFunc1.equals(linkedFunc1));
System.out.println("arrayFunc1.hashCode() == linkedFunc1.hashCode(): " +
(arrayFunc1.hashCode() == linkedFunc1.hashCode()));

// Изменение объекта и проверка изменения hashCode
System.out.println("\nTesting hashCode change after modification:");
int originalHash = arrayFunc1.hashCode();
System.out.println("Original hashCode: " + originalHash);

// Незначительно изменяем точку
arrayFunc1.setPointY(2, 7.001); // изменяем на несколько тысячных
int modifiedHash = arrayFunc1.hashCode();
System.out.println("After modifying point Y: " + modifiedHash);
System.out.println("HashCode changed: " + (originalHash != modifiedHash));
```



```
// Восстанавливаем исходное значение для дальнейших тестов
arrayFunc1.setPointY(2, 7.0);
```

Проверяем работу метода clone() для объектов обоих классов табулированных функций.

```
// 5) Тестирование clone()
System.out.println("\n5) Testing clone() method:");

// Клонирование ArrayTabulatedFunction
ArrayTabulatedFunction arrayClone = (ArrayTabulatedFunction)
arrayFunc1.clone();
System.out.println("Array original: " + arrayFunc1.toString());
System.out.println("Array clone: " + arrayClone.toString());
System.out.println("Original == Clone: " + (arrayFunc1 == arrayClone));
System.out.println("Original.equals(Clone): " +
arrayFunc1.equals(arrayClone));

// Клонирование LinkedListTabulatedFunction
LinkedListTabulatedFunction linkedClone = (LinkedListTabulatedFunction)
linkedFunc1.clone();
System.out.println("Linked original: " + linkedFunc1.toString());
System.out.println("Linked clone: " + linkedClone.toString());
System.out.println("Original == Clone: " + (linkedFunc1 == linkedClone));
System.out.println("Original.equals(Clone): " +
linkedFunc1.equals(linkedClone));
```

Убеждаемся, что произведено именно глубокое клонирование: для этого после клонирования измените исходные объекты и проверьте, что объекты-клоны не изменились.

```
// 6) Проверка глубокого клонирования
System.out.println("\n6) Testing deep cloning:");

// Изменяем исходный Array
System.out.println("Before modification - Array:");
System.out.println("Original: " + arrayFunc1.toString());
System.out.println("Clone: " + arrayClone.toString());

arrayFunc1.setPointY(1, 999.0); // изменяем исходный объект
arrayFunc1.setPointX(2, 2.5);

System.out.println("After modifying original - Array:");
System.out.println("Original: " + arrayFunc1.toString());
System.out.println("Clone: " + arrayClone.toString());
System.out.println("Clone NOT affected: " +
(!arrayFunc1.equals(arrayClone)));

// Изменяем исходный LinkedList
System.out.println("\nBefore modification - LinkedList:");
System.out.println("Original: " + linkedFunc1.toString());
System.out.println("Clone: " + linkedClone.toString());

linkedFunc1.setPointY(0, 888.0); // изменяем исходный объект
linkedFunc1.deletePoint(1); // удаляем точку из оригинала

System.out.println("After modifying original - LinkedList:");
System.out.println("Original: " + linkedFunc1.toString());
```

```
System.out.println("Clone: " + linkedClone.toString());  
System.out.println("Clone NOT affected: " +  
(!linkedFunc1.equals(linkedClone)));
```

**Спасибо за внимание!**