

Лабораторная работа №3

Болясников Вадим Андреевич 6204-010302D

Задание на лабораторную работу:

Дополнить пакет для работы с функциями одной переменной, заданными в табличной форме, добавив классы исключений, новый класс функций и базовый интерфейс.

Задание 1

Я ознакомился со следующими классами исключений, которые входят в API Java:
java.lang.Exception – базовый класс для всех исключений.

java.lang.IndexOutOfBoundsException – проверка выхода за границу массива, списка и тд.
java.lang.ArrayIndexOutOfBoundsException – проверка обращения к массиву с неверном размером.

java.lang.IllegalArgumentException – проверка на правильность аргумента.

java.lang.IllegalStateException – проверка правильности состояния.

Задание 2

В ходе выполнения второго задания я создал два класса, в моей конфигурации functions, Вот их реализация:

```
functions > J FunctionPointIndexOutOfBoundsException.java > FunctionPointIndexOutOfBoundsException
 1 package functions;
 2
 3 public class FunctionPointIndexOutOfBoundsException extends IndexOutOfBoundsException {
 4
 5     // Конструктор по умолчанию
 6     public FunctionPointIndexOutOfBoundsException() {
 7         super();
 8     }
 9
10     // Конструктор с сообщением об ошибке
11     public FunctionPointIndexOutOfBoundsException(String message) {
12         super(message);
13     }
14
15     // Конструктор с указанием проблемного индекса
16     public FunctionPointIndexOutOfBoundsException(int index) {
17         super("Точка выходит за границы: " + index);
18     }
19 }
```

Рисунок 1 – Реализация класса FunctionPointIndexOutOfBoundsException

```
functions > J InappropriateFunctionPointException.java > Language Support for Java(TM) by Red Hat > InappropriateFunctionPointException
 1 package functions;
 2
 3 public class InappropriateFunctionPointException extends Exception {
 4
 5     // Конструктор по умолчанию
 6     public InappropriateFunctionPointException() {
 7         super();
 8     }
 9
10     // Конструктор с сообщением об ошибке
11     public InappropriateFunctionPointException(String message) {
12         super(message);
13     }
14
15     // Конструктор с сообщением и причиной исключения
16     public InappropriateFunctionPointException(String message, Throwable cause) {
17         super(message, cause);
18     }
19 }
```

Рисунок 2 – Реализация класса InappropriateFunctionPointException

Задание 3

В начале задания, я изменил оба конструктора и добавил в них проверку на то, что левая граница больше или равна правой, а также что кол-во точек больше двух:

```
if (leftX >= rightX) {  
    throw new IllegalArgumentException(s:"Левая граница должна быть меньше правой");  
}  
if (pointsCount < 2) {  
    throw new IllegalArgumentException(s:"Количество точек должно быть не менее двух");  
}
```

Рисунок 3 – Реализация проверок в первом конструкторе

Во втором конструкторе мы заменили pointsCounts на values.length

Далее я добавил в следующие методы исключение

FunctionsPointIndexOutOfBoundsException:

getPoint(), setPoint(), getPointX(), setPointX(), getPointY(), setPointY() и deletePoint() они выбрасывают FunctionPointIndexOutOfBoundsException, если переданный в метод номер выходит за границы набора точек.

```
if (index < 0 || index >= pointsCount) {  
    throw new FunctionPointIndexOutOfBoundsException("Некорректный индекс точки: " + index);  
}
```

Рисунок 4 – Проверка на корректность индекса

Добавил исключение InappropriateFunctionPointException в методы SetPoint() и SetPointX()

```
if (index > 0 && x <= points[index-1].getX()) {  
    throw new InappropriateFunctionPointException(message:"X координата должна быть больше предыдущей");  
}  
if (index < pointsCount - 1 && x >= points[index+1].getX()) {  
    throw new InappropriateFunctionPointException(message:"X координата должна быть меньше следующей");  
}
```

Рисунок 5 – Проверка что x в интервале

Также добавил такое же исключение в метод addPoint, который проверял, существует ли точка перед ее добавлением.

Также дописал методе deletePoint иключение IllegalStateException, которая проверяет, чтобы мы не удалили одну из двух точек

```
if (pointsCount < 3) {  
    throw new IllegalStateException(s:"Невозможно удалить точку: должно оставаться минимум 2 точки");  
}
```

Рисунок 6 – Проверка на возможность удаление точки

Задание 4 и 5

В этом задание нужно было реализовать двусвязный циклический список. У меня он состоит из двух классов: FunctionNode и LinkedListTabulatedFunction. Где первый отвечает за узлы списка, а второй за весь список. Класс LinkedListTabulatedFunction совмещает в себе сразу две функции, он описывает связные список и работу с ним, а также описывает работу с табулированной функцией и ее точками. В нем я реализовал несколько методов, таких как:

- FunctionNode getNodeByIndex(int index) – возвращает ссылку на объект элемента списка по его номеру
- FunctionNode addNodeToTail() – добавляет элемент в конец списка и возвращает ссылку на объект данного элемента
- FunctionNode addNodeByIndex(int index) – добавляет элемент в указанный индекс и возвращает ссылку на объект этого элемента
- FunctionNode deleteNodeByIndex(int index) – удаляет элемент по индексу и возвращает ссылку на объект удаленного элемент

Далее в ходе 5 задания, я реализовал в классе `LinkedListTabulatedFunction` такие же методы, которые есть в `TabulatedFunction`, но теперь мы работает с узлами и определенными геттерами и сеттерами

Весь код `FunctionNode` и `LinkedListTabulatedFunction`

Задание 6

В данном задание, я переименовал `TabulatedFunction` в `ArrayTabulatedFunction`, и заместо этого в `TabulatedFunction.java` добавил интерфейс, теперь оба класса `ArrayTabulatedFunction` и `LinkedListTabulatedFunction` реализуют интерфейс

```
1 package functions;
2
3 public interface TabulatedFunction {
4     // Методы получения границ области определения
5     double getLeftDomainBorder();
6     double getRightDomainBorder();
7
8     // Метод получения значения функции
9     double getFunctionValue(double x);
10
11    // Методы работы с точками
12    int getPointsCount();
13    FunctionPoint getPoint(int index);
14    void setPoint(int index, FunctionPoint point) throws InappropriateFunctionPointException;
15    double getPointX(int index);
16    void setPointX(int index, double x) throws InappropriateFunctionPointException;
17    double getPointY(int index);
18    void setPointY(int index, double y);
19    void deletePoint(int index);
20    void addPoint(FunctionPoint point) throws InappropriateFunctionPointException;
21 }
```

Рисунок 7 – Интерфейс.

Задание 7

Проверка работы программы, путем вывода в консоль проверок:

```

==== ТЕСТИРОВАНИЕ ARRAY TABULATED FUNCTION ====
1. Нормальная работа ArrayTabulatedFunction
Количество точек: 5
Область определения: [0.0, 4.0]
f(-1,0) = не определено (вне области)
f(0,0) = 0,00
f(0,5) = 0,50
f(2,0) = 4,00
f(4,0) = 16,00
f(5,0) = не определено (вне области)

2. Тестирование исключений ArrayTabulatedFunction
2.1. FunctionPointIndexOutOfBoundsException:
Выброшено исключение для индекса -1: Некорректный индекс точки: -1
Выброшено исключение для индекса 10: Некорректный индекс точки: 10
Выброшено исключение для setPointY с индексом -1: Некорректный индекс точки: -1

2.2. InappropriateFunctionPointException:
Выброшено исключение при X меньше предыдущего: X координата точки должна быть больше предыдущей
Выброшено исключение при X больше следующего: X координата точки должна быть меньше следующей
Выброшено исключение при добавлении точки с существующим X: Точка с таким X уже существует

2.3. IllegalStateException:
Успешно удалена точка при pointsCount = 3
Выброшено исключение при попытке удалить точку когда pointsCount < 3: Невозможно удалить точку: должно оставаться минимум 2 точки

Тестирование ArrayTabulatedFunction завершено

==== ТЕСТИРОВАНИЕ LINKED LIST TABULATED FUNCTION ====
1. Нормальная работа LinkedListTabulatedFunction
Количество точек: 5
Область определения: [0.0, 4.0]
f(-1,0) = не определено (вне области)
f(0,0) = 0,00
f(0,5) = 0,50
f(2,0) = 4,00
f(4,0) = 16,00
f(5,0) = не определено (вне области)

2. Тестирование исключений LinkedListTabulatedFunction
2.1. FunctionPointIndexOutOfBoundsException:
Выброшено исключение для индекса -1: Некорректный индекс: -1
Выброшено исключение для индекса 10: Некорректный индекс: 10
Выброшено исключение для setPointY с индексом -1: Некорректный индекс: -1

2.2. InappropriateFunctionPointException:
Выброшено исключение при X меньше предыдущего: X координата точки должна быть больше предыдущей
Выброшено исключение при X больше следующего: X координата точки должна быть меньше следующей
Выброшено исключение при добавлении точки с существующим X: Точка с таким X уже существует

2.3. IllegalStateException:
Успешно удалена точка при pointsCount = 3
Выброшено исключение при попытке удалить точку когда pointsCount < 3: Невозможно удалить точку: должно оставаться минимум 2 точки

Тестирование LinkedListTabulatedFunction завершено

==== ТЕСТИРОВАНИЕ ИСКЛЮЧЕНИЙ В КОНСТРУКТОРАХ ====
1. IllegalArgumentException – некорректные границы:
ArrayTabulatedFunction: Выброшено исключение при leftX == rightX: Левая граница должна быть меньше правой
LinkedListTabulatedFunction: Выброшено исключение при leftX == rightX: Левая граница должна быть меньше правой
ArrayTabulatedFunction: Выброшено исключение при leftX > rightX: Левая граница должна быть меньше правой

2. IllegalArgumentException – недостаточное количество точек:
ArrayTabulatedFunction: Выброшено исключение при pointsCount < 2: Количество точек должно быть не менее двух
LinkedListTabulatedFunction: Выброшено исключение при массиве длины < 2: Количество точек должно быть не менее двух

```

Рисунки 8-9 – Проверки работы программы

По ним мы видим, что программа работает корректно и мы радуемся!!

Код FunctionNode и LinkedListTabulatedFunction

```
package functions;

// Внутренний класс элемента списка
class FunctionNode {
    // Информационное поле для хранения данных точки
    public FunctionPoint point;

    // Ссылки на предыдущий и следующий элемент
    public FunctionNode prev;
    public FunctionNode next;

    // Конструктор по умолчанию
    public FunctionNode() {
        this.point = null;
        this.prev = null;
        this.next = null;
    }

    // Конструктор с точкой
    public FunctionNode(FunctionPoint point) {
        this.point = point;
        this.prev = null;
        this.next = null;
    }

    // Конструктор с точкой и ссылками
    public FunctionNode(FunctionPoint point, FunctionNode prev, FunctionNode next) {
        this.point = point;
        this.prev = prev;
        this.next = next;
    }
}

package functions;

public class LinkedListTabulatedFunction implements TabulatedFunction{
    // Голова списка (не содержит данных, всегда существует)
    private FunctionNode head;

    // Количество значащих элементов (без головы)
    private int pointsCount;

    // Вспомогательные поля для оптимизации доступа
    private FunctionNode lastAccessedNode;
    private int lastAccessedIndex;

    // Конструктор по умолчанию (пустой список)
    public LinkedListTabulatedFunction() {
        // Создаем голову, которая ссылается сама на себя
        head = new FunctionNode();
        head.prev = head;
    }
}
```

```
        head.next = head;
        pointsCount = 0;
        lastAccessedNode = head;
        lastAccessedIndex = -1;
    }

    // Конструктор с параметрами (равномерная сетка)
    public LinkedListTabulatedFunction(double leftX, double rightX, int pointsCount) {
        this(); // Вызываем конструктор по умолчанию для инициализации головы

        // Проверка условий конструктора
        if (leftX >= rightX) {
            throw new IllegalArgumentException("Левая граница должна быть меньше
правой");
        }
        if (pointsCount < 2) {
            throw new IllegalArgumentException("Количество точек должно быть не менее
двух");
        }

        // Создаем точки равномерной сетки
        double step = (rightX - leftX) / (pointsCount - 1);
        for (int i = 0; i < pointsCount; i++) {
            double x = leftX + i * step;
            addNodeToTail().point = new FunctionPoint(x, 0);
        }
    }

    // Конструктор с параметрами (массив значений)
    public LinkedListTabulatedFunction(double leftX, double rightX, double[] values) {
        this(); // Вызываем конструктор по умолчанию для инициализации головы

        // Проверка условий конструктора
        if (leftX >= rightX) {
            throw new IllegalArgumentException("Левая граница должна быть меньше
правой");
        }
        if (values.length < 2) {
            throw new IllegalArgumentException("Количество точек должно быть не менее
двух");
        }

        // Создаем точки с заданными значениями
        double step = (rightX - leftX) / (values.length - 1);
        for (int i = 0; i < values.length; i++) {
            double x = leftX + i * step;
            addNodeToTail().point = new FunctionPoint(x, values[i]);
        }
    }

    // Метод для получения узла по индексу с оптимизацией доступа
    private FunctionNode getNodeByIndex(int index) {
        // Проверка корректности индекса
```

```
        if (index < 0 || index >= pointsCount) {
            throw new FunctionPointIndexOutOfBoundsException("Некорректный индекс: " +
index);
        }

        // Оптимизация: если запрашиваем тот же элемент, что и в прошлый раз
        if (lastAccessedIndex == index) {
            return lastAccessedNode;
        }

        // Оптимизация: если запрашиваем следующий элемент
        if (lastAccessedIndex != -1 && lastAccessedIndex == index - 1) {
            lastAccessedNode = lastAccessedNode.next;
            lastAccessedIndex = index;
            return lastAccessedNode;
        }

        // Оптимизация: если запрашиваем предыдущий элемент
        if (lastAccessedIndex != -1 && lastAccessedIndex == index + 1) {
            lastAccessedNode = lastAccessedNode.prev;
            lastAccessedIndex = index;
            return lastAccessedNode;
        }

        // Поиск с ближайшего конца
        FunctionNode current;
        int currentIndex;

        if (index < pointsCount / 2) {
            // Ищем с начала
            current = head.next;
            currentIndex = 0;
            while (currentIndex < index) {
                current = current.next;
                currentIndex++;
            }
        } else {
            // Ищем с конца
            current = head.prev;
            currentIndex = pointsCount - 1;
            while (currentIndex > index) {
                current = current.prev;
                currentIndex--;
            }
        }

        // Сохраняем для будущей оптимизации
        lastAccessedNode = current;
        lastAccessedIndex = index;

        return current;
    }
}
```

```
// Метод для добавления узла в конец списка
private FunctionNode addNodeToTail() {
    FunctionNode newNode = new FunctionNode();

    // Вставляем перед головой (что эквивалентно концу списка)
    newNode.prev = head.prev;
    newNode.next = head;

    head.prev.next = newNode;
    head.prev = newNode;

    pointsCount++;
    lastAccessedNode = newNode;
    lastAccessedIndex = pointsCount - 1;

    return newNode;
}

// Метод для добавления узла по индексу
private FunctionNode addNodeByIndex(int index) {
    if (index < 0 || index > pointsCount) {
        throw new FunctionPointIndexOutOfBoundsException("Некорректный индекс для вставки: " + index);
    }

    if (index == pointsCount) {
        // Вставка в конец
        return addNodeToTail();
    }

    // Находим узел, перед которым нужно вставить новый
    FunctionNode nextNode = getNodeByIndex(index);
    FunctionNode prevNode = nextNode.prev;

    // Создаем новый узел
    FunctionNode newNode = new FunctionNode();
    newNode.prev = prevNode;
    newNode.next = nextNode;

    // Обновляем ссылки соседних узлов
    prevNode.next = newNode;
    nextNode.prev = newNode;

    pointsCount++;
    lastAccessedNode = newNode;
    lastAccessedIndex = index;

    return newNode;
}

// Метод для удаления узла по индексу
private FunctionNode deleteNodeByIndex(int index) {
    if (index < 0 || index >= pointsCount) {
```

```
        throw new FunctionPointIndexOutOfBoundsException("Некорректный индекс для
удаления: " + index);
    }

    if (pointsCount < 3) {
        throw new IllegalStateException("Невозможно удалить точку: должно остаться
минимум 2 точки");
    }

    // Находим удаляемый узел
    FunctionNode nodeToDelete = getNodeByIndex(index);

    // Обновляем ссылки соседних узлов
    nodeToDelete.prev.next = nodeToDelete.next;
    nodeToDelete.next.prev = nodeToDelete.prev;

    pointsCount--;

    // Сбрасываем кэш, если удалили кэшированный элемент
    if (lastAccessedIndex == index) {
        lastAccessedNode = head;
        lastAccessedIndex = -1;
    } else if (lastAccessedIndex > index) {
        lastAccessedIndex--;
    }

    return nodeToDelete;
}

// Методы табулированной функции (аналогичные TabulatedFunction)

public double getLeftDomainBorder() {
    if (pointsCount == 0) {
        return Double.NaN;
    }
    return head.next.point.getX();
}

public double getRightDomainBorder() {
    if (pointsCount == 0) {
        return Double.NaN;
    }
    return head.prev.point.getX();
}

public double getFunctionValue(double x) {
    if (pointsCount == 0 || x < getLeftDomainBorder() || x >
getRightDomainBorder()) {
        return Double.NaN;
    }

    FunctionNode current = head.next;
```

```

// Проверяем первую точку
if (x == current.point.getX()) {
    return current.point.getY();
}

// Ищем интервал
for (int i = 0; i < pointsCount - 1; i++) {
    double curX = current.point.getX();
    double nextX = current.next.point.getX();

    if (x == nextX) {
        return current.next.point.getY();
    }

    if (x > curX && x < nextX) {
        return linearInterpolation(current.point, current.next.point, x);
    }
}

current = current.next;
}

return Double.NaN;
}

private double linearInterpolation(FunctionPoint p1, FunctionPoint p2, double x) {
    double x1 = p1.getX();
    double y1 = p1.getY();
    double x2 = p2.getX();
    double y2 = p2.getY();

    return y1 + (y2 - y1) * (x - x1) / (x2 - x1);
}

public int getPointsCount() {
    return pointsCount;
}

public FunctionPoint getPoint(int index) {
    return new FunctionPoint(getNodeByIndex(index).point);
}

public void setPoint(int index, FunctionPoint point) throws
InappropriateFunctionPointException {
    FunctionNode node = getNodeByIndex(index);

    // Проверка упорядоченности точек
    if (index > 0 && point.getX() <= getNodeByIndex(index - 1).point.getX()) {
        throw new InappropriateFunctionPointException("X координата точки должна
быть больше предыдущей");
    }
    if (index < pointsCount - 1 && point.getX() >= getNodeByIndex(index +
1).point.getX()) {
        throw new InappropriateFunctionPointException("X координата точки должна
быть меньше следующей");
    }
}

```

```
    }

    node.point = new FunctionPoint(point);
}

public double getPointX(int index) {
    return getNodeByIndex(index).point.getX();
}

public void setPointX(int index, double x) throws
InappropriateFunctionPointException {
    FunctionNode node = getNodeByIndex(index);

    // Проверка упорядоченности точек
    if (index > 0 && x <= getNodeByIndex(index - 1).point.getX()) {
        throw new InappropriateFunctionPointException("X координата должна быть
больше предыдущей");
    }
    if (index < pointsCount - 1 && x >= getNodeByIndex(index + 1).point.getX()) {
        throw new InappropriateFunctionPointException("X координата должна быть
меньше следующей");
    }

    node.point.setX(x);
}

public double getPointY(int index) {
    return getNodeByIndex(index).point.getY();
}

public void setPointY(int index, double y) {
    getNodeByIndex(index).point.setY(y);
}

public void deletePoint(int index) {
    deleteNodeByIndex(index);
}

public void addPoint(FunctionPoint point) throws
InappropriateFunctionPointException {
    double newX = point.getX();

    // Проверяем, не существует ли уже точка с таким X
    FunctionNode current = head.next;
    for (int i = 0; i < pointsCount; i++) {
        if (current.point.getX() == newX) {
            throw new InappropriateFunctionPointException("Точка с таким X уже
существует");
        }
        current = current.next;
    }

    // Находим позицию для вставки
```

```
int insertIndex = 0;
current = head.next;
while (insertIndex < pointsCount && current.point.getX() < newX) {
    current = current.next;
    insertIndex++;
}

// Вставляем новую точку
FunctionNode newNode = addNodeByIndex(insertIndex);
newNode.point = new FunctionPoint(point);
}

}
```