

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева»
Институт информатики и кибернетики

Отчет по лабораторной работе №3

Дисциплина: «ООП»

Тема «Исключения и интерфейсы»

Выполнил: Пантелеев Ю.В.

Группа: 6201-120303

Самара, 2025

Задание на лабораторную работу

Задание 1

Я ознакомился со следующими классами исключений:

`java.lang.Exception` - базовый класс для всех проверяемых исключений, которые можно обработать.

`java.lang.IndexOutOfBoundsException` - выход индекса за границы коллекции или массива.

`java.lang.ArrayIndexOutOfBoundsException` - конкретно для выхода за границы массива.

`java.lang.IllegalArgumentException` - недопустимый аргумент метода.

`java.lang.IllegalStateException` - вызов метода в некорректном состоянии объекта.

Задание 2

В пакете `functions` я создал два класса исключений:

`FunctionPointIndexOutOfBoundsException`

```
1 package functions;
2
3 public class FunctionPointIndexOutOfBoundsException extends IndexOutOfBoundsException { 21 usages new *
4     public FunctionPointIndexOutOfBoundsException(String message) { 14 usages new *
5         super(message);
6     }
7 }
```

`InappropriateFunctionPointException`

```
1 package functions;
2
3 public class InappropriateFunctionPointException extends Exception { 28 usages new *
4     public InappropriateFunctionPointException(String message) { super(message); }
5
6
7 }
8 |
```

Задание 3

В разработанный ранее класс `TabulatedFunction` я внес изменения, обеспечивающие выбрасывание исключений методами класса.

Оба конструктора класса:

```
public ArrayTabulatedFunction(double leftX, double rightX, int pointsCount){ 1 usage new *
    if(leftX - rightX > - EPSILON){
        throw new IllegalArgumentException("Левая граница диапазона больше или равна правой");
    }
    else if (pointsCount < 2) {
        throw new IllegalArgumentException("Количество предлагаемых точек меньше двух");
    }
    this.pointsCount = pointsCount;
    this.points = new FunctionPoint[pointsCount];

    double step = (rightX - leftX)/(pointsCount - 1);
    for (int i =0; i < pointsCount; i++){
        points[i]=new FunctionPoint(x: leftX + i * step, y: 0);
    }
}
```

```
public ArrayTabulatedFunction(double leftX, double rightX, double[] values){ no usages new *
    if(leftX - rightX > - EPSILON){
        throw new IllegalArgumentException("Левая граница диапазона больше или равна правой");
    }
    else if (values.length<2) {
        throw new IllegalArgumentException("Количество предлагаемых точек меньше двух");
    }

    this.pointsCount = values.length;
    this.points = new FunctionPoint[pointsCount];

    double step = (rightX-leftX)/(pointsCount-1);
    for (int i =0; i<pointsCount; i++){
        points[i]=new FunctionPoint(x: leftX+i*step,values[i]);
    }
}
```

Методы:

getPoint()

```
public FunctionPoint getPoint(int index){ 1 usage new *
    if (index<0||index>=pointsCount){
        throw new FunctionPointIndexOutOfBoundsException("Введённый индекс выходит за границы набора точек или меньше нуля");
    }
    return new FunctionPoint(points[index].getX(),points[index].getY());
}
```

setPoint()

```
public void setPoint(int index, FunctionPoint point) throws InappropriateFunctionPointException { 3 usages new *
    if (index<0||index>=pointsCount){
        throw new FunctionPointIndexOutOfBoundsException("Введённый индекс выходит за границы набора точек или меньше нуля");
    }
    else if(index == 0){
        if(point.getX() - points[1].getX() > -EPSILON){
            throw new InappropriateFunctionPointException("Координата x задаваемой точки лежит вне интервала");
        }
    }
    else if(index == pointsCount-1){
        if(point.getX() - points[pointsCount-2].getX() < EPSILON){
            throw new InappropriateFunctionPointException("Координата x задаваемой точки лежит вне интервала");
        }
    }
    else if (points[index-1].getX() - point.getX() > -EPSILON || points[index + 1].getX() - point.getX() < EPSILON) {
        throw new InappropriateFunctionPointException("Координата x задаваемой точки лежит вне интервала");
    }
    points[index]= new FunctionPoint(point.getX(),point.getY());
}
```

getPointX()

```
public double getPointX(int index){ 18 usages new *
    if (index<0||index>=pointsCount){
        throw new FunctionPointIndexOutOfBoundsException("Введённый индекс выходит за границы набора точек или меньше нуля");
    }
    return points[index].getX();
}
```

setPointX()

```
public void setPointX(int index, double x) throws InappropriateFunctionPointException{ 3 usages new *
    if (index < 0 || index >= pointsCount) {
        throw new FunctionPointIndexOutOfBoundsException("Введённый индекс выходит за границы набора точек или меньше нуля");
    }
    else if(index == 0){
        if(x - points[1].getX() > -EPSILON){
            throw new InappropriateFunctionPointException("Координата x задаваемой точки лежит вне интервала");
        }
    }
    else if(index == pointsCount-1){
        if(x - points[pointsCount-2].getX() < EPSILON){
            throw new InappropriateFunctionPointException("Координата x задаваемой точки лежит вне интервала");
        }
    }
    else if (points[index - 1].getX() - x > -EPSILON|| x - points[index + 1].getX() < EPSILON){
        throw new InappropriateFunctionPointException("Координата x задаваемой точки лежит вне интервала");
    }
    points[index].setX(x);
}
```

getPointY()

```
public double getPointY(int index){ 16 usages new *
    if (index<0||index>=pointsCount){
        throw new FunctionPointIndexOutOfBoundsException("Введённый индекс выходит за границы набора точек или меньше нуля");
    }
    return points[index].getY();
}
```

setPointY()

```
public void setPointY(int index, double y){ 3 usages new *
    if (index<0||index>=pointsCount){
        throw new FunctionPointIndexOutOfBoundsException("Введённый индекс выходит за границы набора точек или меньше нуля");
    }
    points[index].setY(y);
}
```

deletePoint

```
public void deletePoint(int index){ 2 usages new *
    if(pointsCount<3){
        throw new IllegalStateException("В массиве находятся только две точки");
    }
    if (index<0||index>=pointsCount){
        throw new FunctionPointIndexOutOfBoundsException("Введённый индекс выходит за границы набора точек или меньше нуля");
    }
    System.arraycopy(points,index,points, destPos: index-1, length: pointsCount-index);
    points[pointsCount-1]=null;
    pointsCount--;
}
```

addPoint

```
public void addPoint(FunctionPoint point) throws InappropriateFunctionPointException{ 3 usages new *
    for (int i = 1; i < pointsCount; i++) {
        if (point.getX() - points[i].getX() < -EPSILON && point.getX() - points[i - 1].getX() > EPSILON) {
            FunctionPoint[] newPoints = new FunctionPoint[pointsCount + 1];
            System.arraycopy(points, srcPos: 0, newPoints, destPos: 0, i);
            newPoints[i] = point;
            System.arraycopy(points, i, newPoints, destPos: i + 1, length: pointsCount - i);
            points = newPoints;
            i = pointsCount;
            pointsCount+=1;
        }
        else if(Math.abs(point.getX()-points[i].getX())<EPSILON||Math.abs(point.getX()-points[i-1].getX())<EPSILON){
            throw new InappropriateFunctionPointException("В наборе точек функции есть точка, абсцисса которой совпадает с абсциссой добавляемой точки");
        }
    }
}
```

Задание 4

4.1 Я описал класс элементов списка FunctionNode

```
private static class FunctionNode { 21 usages new *
    FunctionPoint point; 31 usages
    FunctionNode previous; 15 usages
    FunctionNode next; 22 usages

    FunctionNode(FunctionPoint point, FunctionNode prev, FunctionNode next) { 2 usages new *
        this.point = point;
        this.previous = prev;
        this.next = next;
    }
    FunctionNode(FunctionPoint point) { 1 usage new *
        this.point = point;
        this.previous = null;
        this.next = null;
    }
}
```

Описал я его внутри класса `LinkedListTabulatedFunction`, так как:

1. `FunctionNode` является внутренней деталью реализации связанного списка.
2. Не имеет смысла вне контекста `LinkedListTabulatedFunction`

Видимость: `private static`:

1. `private` – полная инкапсуляция, недоступен извне класса.
2. `static` – не хранит ссылку на внешний класс, экономит память.

4.2. Далее в классе `LinkedListTabulatedFunction` я описал методы для работы с объектами этого класса:

```
package functions;

public class LinkedListTabulatedFunction implements TabulatedFunction{ 4 usages new *
    public static final double EPSILON = 1e-10; 15 usages
    private FunctionNode head; 22 usages
    private int pointsCount; 22 usages
    private FunctionNode lastNode; 6 usages
    private int lastIndex; 11 usages
```

`FunctionNode getNodeByIndex(int index)`, возвращающий ссылку на объект элемента списка по его номеру.

```
private FunctionNode getNodeByIndex(int index){ 16 usages new *
    FunctionNode node;
    int startIndex;

    if(lastIndex!=-1&& Math.abs(index-lastIndex)<Math.abs(index)) {
        node = lastNode;
        startIndex=lastIndex;
    }
    else{
        node=head.next;
        startIndex=0;
    }

    if(index<=startIndex){
        for(int i = startIndex; i>index; i--){
            node = node.previous;
        }
    }
    else{
        for(int i = startIndex; i<index; i++){
            node = node.next;
        }
    }
    lastNode = node;
    lastIndex = index;
    return node;
}
```

FunctionNode addNodeToTail(), добавляющий новый элемент в конец списка и возвращающий ссылку на объект этого элемента.

```
private FunctionNode addNodeToTail(){ 2 usages new *
    FunctionNode newNode = new FunctionNode( point: null, head.previous, head);
    head.previous.next = newNode;
    head.previous=newNode;
    pointsCount++;
    lastNode = newNode;
    lastIndex = pointsCount - 1;
    return newNode;
}
```

FunctionNode addNodeByIndex(int index), добавляющий новый элемент в указанную позицию списка и возвращающий ссылку на объект этого элемента.

```
private FunctionNode addNodeByIndex(int index){ 1 usage new *
    FunctionNode node = (index == pointsCount) ? head : getNodeByIndex(index);
    FunctionNode newNode = new FunctionNode( point: null, node.previous, node);
    node.previous.next=newNode;
    node.previous=newNode;

    pointsCount++;
    lastIndex=index;
    lastNode=newNode;
    return newNode;
}
```

FunctionNode deleteNodeByIndex(int index)

```
private FunctionNode deleteNodeByIndex(int index){ 1 usage new *
    FunctionNode nodeDel = getNodeByIndex(index);
    nodeDel.previous.next= nodeDel.next;
    nodeDel.next.previous= nodeDel.previous;
    pointsCount--;
    if (lastIndex == index) {
        lastNode = (index == pointsCount) ? head.previous : nodeDel.next;
        lastIndex = (index == pointsCount) ? pointsCount - 1 : index;
    } else if (lastIndex > index) {
        lastIndex--;
    }
    return nodeDel;
}
```

Задание 5

Далее я реализовал методы и конструкторы в классе `LinkedListTabulatedFunction`, аналогичные методам и конструкторам класса `TabulatedFunction`.

```
public LinkedListTabulatedFunction(double leftX, double rightX, int pointsCount) { 1 usage new *
    if (leftX - rightX > - EPSILON) {
        throw new IllegalArgumentException("Левая граница диапазона больше или равна правой");
    }
    else if (pointsCount < 2) {
        throw new IllegalArgumentException("Количество предлагаемых точек меньше двух");
    }

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

public LinkedListTabulatedFunction(double leftX, double rightX, double[] values) { 1 usage new *
    if (leftX - rightX > - EPSILON) {
        throw new IllegalArgumentException("Левая граница диапазона больше или равна правой");
    }
    else if (values.length < 2) {
        throw new IllegalArgumentException("Количество предлагаемых точек меньше двух");
    }

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

public double getLeftDomainBorder() { 1 usage new *
    return head.next.point.getX();
}

public double getRightDomainBorder() { 1 usage new *
    return head.previous.point.getX();
}

public double getFunctionValue(double x) { 2 usages 3 Юрий
    FunctionNode node = head.next;
    while (node != head) {
        if (Math.abs(x - node.point.getX()) < EPSILON) {
            return node.point.getY();
        }
        else if (node.next != head && node.point.getX() - x < -EPSILON && node.next.point.getX() - x > EPSILON) {
            double leftX = node.point.getX();
            double rightX = node.next.point.getX();
            double leftY = node.point.getY();
            double rightY = node.next.point.getY();
            return leftY + (rightY - leftY) * (x - leftX) / (rightX - leftX);
        }
        node = node.next;
    }
    return Double.NaN;
}

public int getPointsCount() { 21 usages 3 Юрий
    return pointsCount;
}

public FunctionPoint getPoint(int index) { 1 usage 3 Юрий *
    if (index < 0 || index >= pointsCount) {
        throw new Functions.FunctionPointIndexOutOfBoundsExpection("Введённый индекс выходит за границы набора точек или меньше нуля");
    }
    return new FunctionPoint(getNodeByIndex(index).point);
}
```



```

public void setPoint(int index, FunctionPoint point) throws InappropriateFunctionPointException { 3 usages new *
    if (index<0||index>=pointsCount){
        throw new FunctionPointIndexOutOfBoundsException("Введённый индекс выходит за границы набора точек или меньше нуля");
    }

    else if (index == 0){
        if (point.getX() - getNodeByIndex(1).point.getX() > -EPSILON) {
            throw new InappropriateFunctionPointException("Координата x задаваемой точки лежит вне интервала");
        }
    }

    else if (index == pointsCount - 1){
        if (point.getX() - getNodeByIndex(pointsCount - 2).point.getX() < EPSILON) {
            throw new InappropriateFunctionPointException("Координата x задаваемой точки лежит вне интервала");
        }
    }

    else if (point.getX() - getNodeByIndex(index - 1).point.getX() < EPSILON || point.getX() - getNodeByIndex(index + 1).point.getX() > -EPSILON) {
        throw new InappropriateFunctionPointException("Координата x задаваемой точки лежит вне интервала");
    }

    getNodeByIndex(index).point = new FunctionPoint(point);
}

public double getPointX(int index){ 18 usages new *
    if (index<0||index>=pointsCount){
        throw new FunctionPointIndexOutOfBoundsException("Введённый индекс выходит за границы набора точек или меньше нуля");
    }
    return getNodeByIndex(index).point.getX();
}

public void setPointX(int index, double x) throws InappropriateFunctionPointException{ 3 usages new *
    if (index<0||index>=pointsCount){
        throw new FunctionPointIndexOutOfBoundsException("Введённый индекс выходит за границы набора точек или меньше нуля");
    }
}

```

```

public void setPointX(int index, double x) throws InappropriateFunctionPointException{ 3 usages new *
    if (index<0||index>=pointsCount){
        throw new FunctionPointIndexOutOfBoundsException("Введённый индекс выходит за границы набора точек или меньше нуля");
    }

    else if (index == 0){
        if (x - getNodeByIndex(1).point.getX() > -EPSILON){
            throw new InappropriateFunctionPointException("Координата x задаваемой точки лежит вне интервала");
        }
    }

    else if (index == pointsCount - 1 ) {
        if(x - getNodeByIndex(pointsCount - 2).point.getX() < EPSILON) {
            throw new InappropriateFunctionPointException("Координата x задаваемой точки лежит вне интервала");
        }
    }

    else if (x - getNodeByIndex(index - 1).point.getX() < EPSILON || x - getNodeByIndex(index + 1).point.getX() > -EPSILON) {
        throw new InappropriateFunctionPointException("Координата x задаваемой точки лежит вне интервала");
    }

    getNodeByIndex(index).point.setX(x);
}

public double getPointY(int index){ 16 usages new *
    if (index<0||index>=pointsCount){
        throw new FunctionPointIndexOutOfBoundsException("Введённый индекс выходит за границы набора точек или меньше нуля");
    }
    return getNodeByIndex(index).point.getY();
}

public void setPointY(int index, double y){ 3 usages new *
    if (index<0||index>=pointsCount){
        throw new FunctionPointIndexOutOfBoundsException("Введённый индекс выходит за границы набора точек или меньше нуля");
    }
    getNodeByIndex(index).point.setY(y);
}

```

```

public void deletePoint(int index){ 2 usages new *
    if(pointsCount<3){
        throw new IllegalStateException("В массиве находятся только две точки");
    }
    if (index<0||index>=pointsCount){
        throw new FunctionPointIndexOutOfBoundsExpection("Введённый индекс выходит за границы набора точек или меньше нуля");
    }
    deleteNodeByIndex(index-1);
}

public void addPoint(FunctionPoint point) throws InappropriateFunctionPointException{ 3 usages new *
    FunctionNode node = head.next;
    while (node != head) {
        if (Math.abs(node.point.getX() - point.getX()) < EPSILON) {
            throw new InappropriateFunctionPointException("Точка с такой координатой x уже существует");
        }
        node = node.next;
    }

    int insertIndex = 0;
    node = head.next;
    while (node != head && point.getX() - node.point.getX() > EPSILON) {
        node = node.next;
        insertIndex++;
    }
    FunctionNode newNode = addNodeByIndex(insertIndex);
    newNode.point = new FunctionPoint(point);
}

```

Задание 6

Далее я переименовал класс TabulatedFunction в ArrayTabulatedFunction и создал интерфейс TabulatedFunction для классов ArrayTabulatedFunction и LinkedListTabulatedFunction.

```

package functions;

public interface TabulatedFunction { 3 usages 2 implementations Юрий *
    public double getLeftDomainBorder(); 1 usage 2 implementations new *
    public double getRightDomainBorder(); 1 usage 2 implementations new *
    public double getFunctionValue(double x); 2 usages 2 implementations new *
    public int getPointsCount(); 21 usages 2 implementations new *
    public FunctionPoint getPoint(int index); 1 usage 2 implementations new *
    public void setPoint(int index, FunctionPoint point) throws InappropriateFunctionPointException;
    public double getPointX(int index); 18 usages 2 implementations new *
    public void setPointX(int index, double x) throws InappropriateFunctionPointException; 3 usages 2
    public double getPointY(int index); 16 usages 2 implementations new *
    public void setPointY(int index, double y); 3 usages 2 implementations new *
    public void deletePoint(int index); 2 usages 2 implementations new *
    public void addPoint(FunctionPoint point) throws InappropriateFunctionPointException; 3 usages 2
}

```

Задание 7

Переписал main для проверки всех методов

```
1 import functions.*;
2
3 class lab_3 {
4     static public void main(String[] args) throws InappropriateFunctionPointException {
5         ArrayTabulatedFunction ATF = new ArrayTabulatedFunction(0, 10, pointsCount: 5);
6         System.out.println("ПРОВЕРКА ArrayTabulatedFunction:");
7         TestTabulatedFunction(ATF);
8
9         LinkedListTabulatedFunction LLTF = new LinkedListTabulatedFunction(0, 10, pointsCount: 5);
10        double[] values = new double[5];
11        for (int i = 0; i < 5; i++) {
12            values[i] = Math.sqrt(LLTF.getPointX(i));
13        }
14        LinkedListTabulatedFunction LLTF1 = new LinkedListTabulatedFunction(0, 10, values);
15        System.out.println("ПРОВЕРКА LinkedListTabulatedFunction:");
16        System.out.println("Проверка конструктора с values[]: ");
17        for (int i = 0; i < 5; i++) {
18            System.out.printf("f%d = (%.3f, %.3f)%n", i, LLTF1.getPointX(i), LLTF1.getPointY(i));
19        }
20        TestTabulatedFunction(LLTF);
21    }
22
23    static void TestTabulatedFunction(TabulatedFunction function) throws InappropriateFunctionPointException {
24        System.out.println("Функция root(x)");
25        System.out.println("Область определения: [" + function.getLeftDomainBorder() + " " + function.getRightDomainBorder() + "]");
26        System.out.println("Количество точек: " + function.getPointsCount());
27
28        System.out.println("Точки функции:");
29        for (int i = 0; i < 5; i++) {
30            function.setPointY(i, Math.sqrt(function.getPointX(i)));
31            System.out.printf("f%d: (%.3f, %.3f)%n", i + 1, function.getPointX(i), function.getPointY(i));
32        }
33
34        System.out.println("Значения f(x) разных точках: ");
35        double[] test = {1, 2.1, 11, -35, 632, 453.1, 5, 6, 7, 0};
36        for (double x : test) {
37            if (Double.isNaN(function.getFunctionValue(x))) {
38                System.out.printf("f(%.3f): не определено\n", x);
39            } else {
40                System.out.printf("f(%.3f) = %.3f\n", x, function.getFunctionValue(x));
41            }
42        }
43
44        System.out.println("Добавление точки (5.55, sqrt(5.55)): ");
45        FunctionPoint test_point = new FunctionPoint(5.55, Math.sqrt(5.55));
46        function.addPoint(test_point);
47        System.out.println("Точки функции:");
48        for (int i = 0; i < function.getPointsCount(); i++) {
49            System.out.printf("f%d: (%.3f, %.3f)%n", i + 1, function.getPointX(i), function.getPointY(i));
50        }
51
52        System.out.println("Добавление точки (9, sqrt(9)): ");
53        test_point = new FunctionPoint(9, Math.sqrt(9));
54        function.addPoint(test_point);
55        System.out.println("Точки функции:");
56        for (int i = 0; i < function.getPointsCount(); i++) {
57            System.out.printf("f%d: (%.3f, %.3f)%n", i + 1, function.getPointX(i), function.getPointY(i));
58        }
59
60        System.out.println("Удаление точки с номером 5:");
61        System.out.printf("Точка f5 = (%.3f, %.3f)%n", function.getPointX(4), function.getPointY(4));
62        function.deletePoint(4);
63        System.out.println("Точки функции:");
64        for (int i = 0; i < function.getPointsCount(); i++) {
65            System.out.printf("f%d: (%.3f, %.3f)%n", i + 1, function.getPointX(i), function.getPointY(i));
66        }
67
68        System.out.println("Удаление точки с индексом 0:");
69        System.out.printf("Точка f1 = (%.3f, %.3f)%n", function.getPointX(0), function.getPointY(0));
70        function.deletePoint(0);
71        System.out.println("Точки функции:");
72        for (int i = 0; i < function.getPointsCount(); i++) {
73            System.out.printf("f%d: (%.3f, %.3f)%n", i + 1, function.getPointX(i), function.getPointY(i));
74        }
75
76        System.out.println("Замена точки с номером 2 на точку f = (4, sqrt(4)):");
77        test_point = new FunctionPoint(4, Math.sqrt(4));
78        System.out.printf("Исходная точка: f2 = (%.3f, %.3f)%n", function.getPointX(1), function.getPointY(1));
79        function.setPoint(1, test_point);
80        System.out.printf("Измененная точка: f2 = (%.3f, %.3f)%n", function.getPointX(1), function.getPointY(1));
81        System.out.println("Точки функции:");
82        for (int i = 0; i < function.getPointsCount(); i++) {
83            System.out.printf("f%d: (%.3f, %.3f)%n", i + 1, function.getPointX(i), function.getPointY(i));
84        }
85    }
86 }
```

```

83     System.out.printf("f%d: (%.3f; %.3f)%n", i + 1, function.getPointX(i), function.getPointY(i));
84 }
85
86 System.out.println("\nЗамена точки с номером 5 по значению x = 9,5");
87 System.out.printf("Исходная точка: f5= (%.3f; %.3f)%n", function.getPointX(index: 4), function.getPointY(index: 4));
88 function.setPointX(index: 4, x: 9.5);
89 function.setPointY(index: 4, Math.sqrt(9.5));
90 System.out.printf("Измененная точка: f5= (%.3f; %.3f)%n", function.getPointX(index: 4), function.getPointY(index: 4));
91 System.out.println("Точки функции:");
92 for (int i = 0; i < function.getPointsCount(); i++) {
93     System.out.printf("f%d: (%.3f; %.3f)%n", i + 1, function.getPointX(i), function.getPointY(i));
94 }
95
96 System.out.println("\nПроверка исключений:");
97 try{
98     System.out.println("    Проверка метода getPoint:\n" +
99         "        Попытка получить элемент с индексом "+function.getPointsCount());
100     function.getPoint(function.getPointsCount());
101     System.out.println("Метод успешно сработал");
102 } catch (FunctionPointIndexOutOfBoundsException e){
103     System.out.println("        Метод выдал ошибку: "+ e.getMessage());
104 }
105
106 try{
107     System.out.println("\n    Проверка метода setPoint:\n" +
108         "        Попытка внести элемент с индексом "+function.getPointsCount());
109     function.setPoint(function.getPointsCount(), new FunctionPoint(x: 0, y: 0));
110     System.out.println("Метод успешно сработал");
111 } catch (FunctionPointIndexOutOfBoundsException e){
112     System.out.println("        Метод выдал ошибку: "+ e.getMessage());
113 }
114
115 try{
116     System.out.println("\n        Попытка внести точку F = (1, 1)");
117     function.setPoint(index: 3, new FunctionPoint(x: 1, y: 1));
118     System.out.println("        Метод успешно сработал");
119 } catch (InappropriateFunctionPointException e){
120
121     System.out.println("        Метод выдал ошибку: "+ e.getMessage());
122 }
123
124
125 try{
126     System.out.println("\n    Проверка метода getPointX:\n" +
127         "        Попытка вывести значение x точки с индексом "+function.getPointsCount());
128     function.getPointX(function.getPointsCount());
129     System.out.println("Метод успешно сработал");
130 } catch (FunctionPointIndexOutOfBoundsException e){
131     System.out.println("        Метод выдал ошибку: "+ e.getMessage());
132 }
133
134
135 try{
136     System.out.println("\n    Проверка метода setPointX:\n" +
137         "        Попытка внести значение x элемента с индексом "+function.getPointsCount());
138     function.setPointX(function.getPointsCount(), x: 0);
139     System.out.println("Метод успешно сработал");
140 } catch (FunctionPointIndexOutOfBoundsException e){
141     System.out.println("        Метод выдал ошибку: "+ e.getMessage());
142 }
143
144
145 try{
146     System.out.println("\n        Попытка внести значение x = 1000 ");
147     function.setPointX(index: 3, x: 1000);
148     System.out.println("        Метод успешно сработал");
149 } catch (InappropriateFunctionPointException e){
150     System.out.println("        Метод выдал ошибку: "+ e.getMessage());
151 }
152
153
154 try{
155     System.out.println("\n    Проверка метода getPointY:\n" +
156         "        Попытка вывести значение y точки с индексом "+function.getPointsCount());
157     function.getPointY(function.getPointsCount());
158     System.out.println("Метод успешно сработал");
159 } catch (FunctionPointIndexOutOfBoundsException e){
160     System.out.println("        Метод выдал ошибку: "+ e.getMessage());
161 }

```

```

162     }
163
164     try{
165         System.out.println("\n Проверка метода setPointY:\n" +
166             "        Попытка внести значение Y элемента с индексом "+function.getPointsCount());
167         function.setPointY(function.getPointsCount(), y: 0);
168         System.out.println("Метод успешно сработал");
169     }
170     catch (FunctionPointIndexOutOfBoundsException e){
171         System.out.println("        Метод выдал ошибку: "+ e.getMessage());
172     }
173
174     try{
175         System.out.println("\n Проверка метода deletePoint:\n" +
176             "        Попытка удалить точку с индексом "+function.getPointsCount());
177         function.deletePoint(function.getPointsCount());
178         System.out.println("Метод успешно сработал");
179     }
180     catch (FunctionPointIndexOutOfBoundsException e){
181         System.out.println("        Метод выдал ошибку: "+ e.getMessage());
182     }
183
184     try{
185         System.out.println("\n Проверка метода addPoint:\n");
186         System.out.printf("        Попытка добавить точку F (%.3f, %.3f):\n", function.getPointX( index: 1),function.getPointY( index: 1));
187         function.addPoint(new FunctionPoint(function.getPointX( index: 1),function.getPointY( index: 1)));
188         System.out.println("Метод успешно сработал");
189     }
190     catch (InappropriateFunctionPointException e){
191         System.out.println("        Метод выдал ошибку: "+ e.getMessage());
192     }
193 }
194 }

```

ПРОВЕРКА ArrayTF

ПРОВЕРКА ArrayTabulatedFunction:
 Функция $\text{root}(x)$
 Область определения: $[0.0; 10.0]$
 Количество точек: 5

Точки функции:

f1: (0,000; 0,000)
 f2: (2,500; 1,581)
 f3: (5,000; 2,236)
 f4: (7,500; 2,739)
 f5: (10,000; 3,162)

Значения $f(x)$ разных точках:

f(1,000) = 0,632
 f(2,100) = 1,328
 f(11,000): не определено
 f(-35,000): не определено
 f(632,000): не определено
 f(453,100): не определено
 f(5,000) = 2,236
 f(6,000) = 2,437
 f(7,000) = 2,638
 f(0,000) = 0,000

Добавление точки (5.55, sqrt(5.55)):

Точки функции:

f1: (0,000; 0,000)
 f2: (2,500; 1,581)
 f3: (5,000; 2,236)
 f4: (5,550; 2,356)
 f5: (7,500; 2,739)
 f6: (10,000; 3,162)

Добавление точки (9, sqrt(9)):

Точки функции:

f1: (0,000; 0,000)
 f2: (2,500; 1,581)
 f3: (5,000; 2,236)

ПРОВЕРКА LinkedListTF

Функция $\text{root}(x)$

Область определения: $[0.0; 10.0]$

Количество точек: 5

Точки функции:

f1: (0,000; 0,000)
 f2: (2,500; 1,581)
 f3: (5,000; 2,236)
 f4: (7,500; 2,739)
 f5: (10,000; 3,162)

Значения $f(x)$ разных точках:

f(1,000) = 0,632
 f(2,100) = 1,328
 f(11,000): не определено
 f(-35,000): не определено
 f(632,000): не определено
 f(453,100): не определено
 f(5,000) = 2,236
 f(6,000) = 2,437
 f(7,000) = 2,638
 f(0,000) = 0,000

Добавление точки (5.55, sqrt(5.55)):

Точки функции:

f1: (0,000; 0,000)
 f2: (2,500; 1,581)
 f3: (5,000; 2,236)
 f4: (5,550; 2,356)
 f5: (7,500; 2,739)
 f6: (10,000; 3,162)

Добавление точки (9, sqrt(9)):

Точки функции:

f1: (0,000; 0,000)
 f2: (2,500; 1,581)
 f3: (5,000; 2,236)


```
f4: (5,550; 2,356)
f5: (7,500; 2,739)
f6: (9,000; 3,000)
f7: (10,000; 3,162)
```

Удаление точки с номером 5:

Точка f5 = (7,500, 2,739)

Точки функции:

```
f1: (0,000; 0,000)
f2: (2,500; 1,581)
f3: (5,000; 2,236)
f4: (5,550; 2,356)
f5: (9,000; 3,000)
f6: (10,000; 3,162)
```

Удаление точки с индексом 0:

Точка f1 = (0,000, 0,000)

Точки функции:

```
f1: (2,500; 1,581)
f2: (5,000; 2,236)
f3: (5,550; 2,356)
f4: (9,000; 3,000)
f5: (10,000; 3,162)
```

Замена точки с номером 2 на точку $f = (4, \sqrt{4})$

Исходная точка: f2= (5,000; 2,236)

Измененная точка: f2= (4,000; 2,000)

Точки функции:

```
f1: (2,500; 1,581)
f2: (4,000; 2,000)
f3: (5,550; 2,356)
f4: (9,000; 3,000)
f5: (10,000; 3,162)
```

Замена точки с номером 5 по значению $x = 9,5$

Исходная точка: f5= (10,000; 3,162)

Измененная точка: f5= (9,500; 3,082)

Точки функции:

```
f1: (2,500; 1,581)
```

```
f2: (4,000; 2,000)
```

```
f3: (5,550; 2,356)
```

```
f4: (9,000; 3,000)
```

```
f5: (9,500; 3,082)
```

```
f4: (5,550; 2,356)
f5: (7,500; 2,739)
f6: (9,000; 3,000)
f7: (10,000; 3,162)
```

Удаление точки с номером 5:

Точка f5 = (7,500, 2,739)

Точки функции:

```
f1: (0,000; 0,000)
f2: (2,500; 1,581)
f3: (5,000; 2,236)
f4: (5,550; 2,356)
f5: (9,000; 3,000)
f6: (10,000; 3,162)
```

Удаление точки с индексом 0:

Точка f1 = (0,000, 0,000)

Точки функции:

```
f1: (2,500; 1,581)
f2: (5,000; 2,236)
f3: (5,550; 2,356)
f4: (9,000; 3,000)
f5: (10,000; 3,162)
```

Замена точки с номером 2 на точку $f = (4, \sqrt{4})$

Исходная точка: f2= (5,000; 2,236)

Измененная точка: f2= (4,000; 2,000)

Точки функции:

```
f1: (2,500; 1,581)
f2: (4,000; 2,000)
f3: (5,550; 2,356)
f4: (9,000; 3,000)
f5: (10,000; 3,162)
```

Замена точки с номером 5 по значению $x = 9,5$

Исходная точка: f5= (10,000; 3,162)

Измененная точка: f5= (9,500; 3,082)

Точки функции:

```
f1: (2,500; 1,581)
```

```
f2: (4,000; 2,000)
```

```
f3: (5,550; 2,356)
```

```
f4: (9,000; 3,000)
```

```
f5: (9,500; 3,082)
```

Один и тот же метод для объектов разных классов с одинаковыми значениями выдал одинаковый результат, что означает правильность написания `LinkedListTabulatedFunction`.

Проверка исключений ArrayTF

Проверка исключений:

Проверка метода `getPoint`:

Попытка получить элемент с индексом 6

Метод выдал ошибку: Введённый индекс выходит за границы набора точек или меньше нуля

Проверка метода `setPoint`:

Попытка внести элемент с индексом 6

Метод выдал ошибку: Введённый индекс выходит за границы набора точек или меньше нуля

Попытка внести точку $F = (1, 1)$

Метод выдал ошибку: Координата x задаваемой точки лежит вне интервала

Проверка метода `getPointX`:

Попытка вывести значение x точки с индексом 6

Метод выдал ошибку: Введённый индекс выходит за границы набора точек или меньше нуля

Проверка метода `setPointX`:

Попытка внести значение x элемента с индексом 6

Метод выдал ошибку: Введённый индекс выходит за границы набора точек или меньше нуля

Попытка внести значение $x = 1000$

Метод успешно сработал

Проверка метода `getPointY`:

Попытка вывести значение y точки с индексом 6

Метод выдал ошибку: Введённый индекс выходит за границы набора точек или меньше нуля

Проверка метода `setPointY`:

Попытка внести значение y элемента с индексом 6

Метод выдал ошибку: Введённый индекс выходит за границы набора точек или меньше нуля

Проверка метода `deletePoint`:

Попытка удалить точку с индексом 6

Метод выдал ошибку: Введённый индекс выходит за границы набора точек или меньше нуля

Проверка метода `addPoint`:

Попытка добавить точку $F(2,5, 1,581)$:

Метод выдал ошибку: В наборе точек функции есть точка, абсцисса которой совпадает с абсциссой добавляемой точки

Проверка исключений LinkedListTF

Проверка исключений:

Проверка метода `getPoint`:

Попытка получить элемент с индексом 6

Метод выдал ошибку: Введённый индекс выходит за границы набора точек или меньше нуля

Проверка метода `setPoint`:

Попытка внести элемент с индексом 6

Метод выдал ошибку: Введённый индекс выходит за границы набора точек или меньше нуля

Попытка внести точку $F = (1, 1)$

Метод выдал ошибку: Координата x задаваемой точки лежит вне интервала

Проверка метода `getPointX`:

Попытка вывести значение x точки с индексом 6

Метод выдал ошибку: Введённый индекс выходит за границы набора точек или меньше нуля

Проверка метода `setPointX`:

Попытка внести значение x элемента с индексом 6

Метод выдал ошибку: Введённый индекс выходит за границы набора точек или меньше нуля

Попытка внести значение $x = 1000$

Метод выдал ошибку: Координата x задаваемой точки лежит вне интервала

Проверка метода `getPointY`:

Попытка вывести значение y точки с индексом 6

Метод выдал ошибку: Введённый индекс выходит за границы набора точек или меньше нуля

Проверка метода `setPointY`:

Попытка внести значение y элемента с индексом 6

Метод выдал ошибку: Введённый индекс выходит за границы набора точек или меньше нуля

Проверка метода `deletePoint`:

Попытка удалить точку с индексом 6

Метод выдал ошибку: Введённый индекс выходит за границы набора точек или меньше нуля

Проверка метода `addPoint`:

Попытка добавить точку $F(2,5, 1,581)$:

Метод выдал ошибку: Точка с такой координатой x уже существует

Проверка создания LinkedListTF через второй конструктор (те же значения)

Проверка конструктора с `values[]`:

$f_0 = (0, 0, 0, 000)$

$f_1 = (2, 5, 1, 581)$

$f_2 = (5, 0, 2, 236)$

$f_3 = (7, 5, 2, 739)$

$f_4 = (10, 0, 3, 162)$