

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: Пантелейев 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  & Юрий *
    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, srcPos: index+1,points,index, length: pointsCount-index-1);
    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++;
        }
        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 связного 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 new *
    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(){ return pointsCount; }

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 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 & Юрий *
    if(pointsCount<3){
        throw new IllegalStateException("В массиве находятся только две точки");
    }
    if (index<0||index>=pointsCount){
        throw new functions.FunctionPointIndexOutOfBoundsException("Введённый индекс выходит за границы набора точек или меньше нуля");
    }
    deleteNodeByIndex(index);
}

public void addPoint(functions.FunctionPoint point) throws functions.InappropriateFunctionPointException { 3 usages & Юрий
    FunctionNode node = head.next;
    while (node != head) {
        if (Math.abs(node.point.getX() - point.getX()) < EPSILON) {
            throw new functions.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 functions.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 { //Юрий*
4     static public void main(String[] args) throws InappropriateFunctionPointException { //Юрий*
5         ArrayTabulatedFunction ATF = new ArrayTabulatedFunction( leftX: 0, rightX: 10, pointsCount: 5 );
6         System.out.println("ПРОВЕРКА ArrayTabulatedFunction:");
7         TestTabulatedFunction(ATF);
8
9         LinkedListTabulatedFunction LLTF = new LinkedListTabulatedFunction( leftX: 0, rightX: 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( leftX: 0, rightX: 10, values );
15        System.out.println("ПРОВЕРКА LinkedListTabulatedFunction:");
16        System.out.println("Проверка конструктора в 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     @ // 2 usages //Юрий*
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("\nТочки 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("\nЗначения f(x) разных точках: ");
35         double[] test = {1, 2, 11, -35, 632, 453, 5, 6, 7, 0};
36         for (double x : test) {
37             if (Double.isNaN(function.getFunctionValue(x))) {
38                 System.out.printf("f(%d): не определенно", x);
39             } else {
40                 System.out.printf("f(%d) = %.3f%n", x, function.getFunctionValue(x));
41             }
42
43         System.out.println("\nДобавление точки (5.55, sqrt(5.55)): ");
44         FunctionPoint test_point = new FunctionPoint( x: 5.55, Math.sqrt(5.55));
45         function.addPoint(test_point);
46         System.out.println("Точки функции:");
47         for (int i = 0; i < function.getPointsCount(); i++) {
48             System.out.printf("f%d: (%.3f; %.3f)%n", i + 1, function.getPointX(i), function.getPointY(i));
49         }
50
51         System.out.println("\nДобавление точки (9, sqrt(9)):");
52         test_point = new FunctionPoint( x: 9, Math.sqrt(9));
53         function.addPoint(test_point);
54         System.out.println("Точки функции:");
55         for (int i = 0; i < function.getPointsCount(); i++) {
56             System.out.printf("f%d: (%.3f; %.3f)%n", i + 1, function.getPointX(i), function.getPointY(i));
57         }
58
59         System.out.println("\nУдаление точки с номером 5:");
60         System.out.printf("Точка f5 = (%.3f, %.3f)%n", function.getPointX( index: 4), function.getPointY( index: 4));
61         function.deletePoint( index: 4);
62         System.out.println("Точки функции:");
63         for (int i = 0; i < function.getPointsCount(); i++) {
64             System.out.printf("f%d: (%.3f; %.3f)%n", i + 1, function.getPointX(i), function.getPointY(i));
65         }
66
67         System.out.println("\nЗамена точки с номером 3 на точку f = (4,sqrt(4))");
68         test_point = new FunctionPoint( x: 4, Math.sqrt(4));
69         System.out.printf("Исходная точка: f3' = (%.3f; %.3f)%n", function.getPointX( index: 2), function.getPointY( index: 2));
70         function.setPoint( index: 2, test_point);
71         System.out.printf("Измененная точка: f3' = (%.3f; %.3f)%n", function.getPointX( index: 2), function.getPointY( index: 2));
72         System.out.println("Точки функции:");
73         for (int i = 0; i < function.getPointsCount(); i++) {
74             System.out.printf("f%d: (%.3f; %.3f)%n", i + 1, function.getPointX(i), function.getPointY(i));
75         }
76
77         System.out.println("\nЗамена точки с номером 6 по значению x = 9,5");
78         System.out.printf("Исходная точка: f6' = (%.3f; %.3f)%n", function.getPointX( index: 5), function.getPointY( index: 5));
```

```

79     function.setPointX( index: 5, x: 9.5);
80     function.setPointY( index: 5, Math.sqrt(9.5));
81     System.out.printf("Измененная точка: f6'= (%.3f; %.3f)%n", function.getPointX( index: 5), function.getPointY( index: 5));
82     System.out.println("Точки функции:");
83     for (int i = 0; i < function.getPointsCount(); i++) {
84         System.out.printf("f%d: (%.3f; %.3f)%n", i + 1, function.getPointX(i), function.getPointY(i));
85     }
86
87     System.out.println("\nПроверка исключений:");
88     try{
89         System.out.println(" Проверка метода getPoint:\n" +
90             " Попытка получить элемент с индексом "+function.getPointsCount());
91         function.getPoint(function.getPointsCount());
92         System.out.println("Метод успешно сработал");
93     }
94     catch (FunctionPointIndexOutOfBoundsException e){
95         System.out.println(" Метод выдал ошибку: "+ e.getMessage());
96     }
97
98     try{
99         System.out.println("\n Проверка метода setPoint:\n" +
100            " Попытка внести элемент с индексом "+function.getPointsCount());
101        function.setPoint(function.getPointsCount(), new FunctionPoint( x: 0, y: 0));
102        System.out.println("Метод успешно сработал");
103    }
104    catch (FunctionPointIndexOutOfBoundsException e){
105        System.out.println(" Метод выдал ошибку: "+ e.getMessage());
106    }
107
108    try{
109        System.out.println("\n Попытка внести точку F = (1, 1)");
110        function.setPoint( index: 3, new FunctionPoint( x: 1, y: 1));
111        System.out.println(" Метод успешно сработал");
112    }
113    catch (InappropriateFunctionPointException e){
114        System.out.println(" Метод выдал ошибку: "+ e.getMessage());
115    }
116
117    try{
118        System.out.println("\n Проверка метода getPointX:\n" +
119            " Попытка вывести значение x точки с индексом "+function.getPointsCount());
120        function.getPointX(function.getPointsCount());
121        System.out.println("Метод успешно сработал");
122    }
123    catch (FunctionPointIndexOutOfBoundsException e){
124        System.out.println(" Метод выдал ошибку: "+ e.getMessage());
125    }
126
127    try{
128        System.out.println("\n Проверка метода setPointX:\n" +
129            " Попытка внести значение x элемента с индексом "+function.getPointsCount());
130        function.setPointX(function.getPointsCount(), x: 0);
131        System.out.println("Метод успешно сработал");
132    }
133    catch (FunctionPointIndexOutOfBoundsException e){
134        System.out.println(" Метод выдал ошибку: "+ e.getMessage());
135    }
136
137    try{
138        System.out.println("\n Попытка внести значение x = 1000 ");
139        function.setPointX( index: 3, x: 1000);
140        System.out.println(" Метод успешно сработал");
141    }
142    catch (InappropriateFunctionPointException e){
143        System.out.println(" Метод выдал ошибку: "+ e.getMessage());
144    }
145
146    try{
147        System.out.println("\n Проверка метода getPointY:\n" +
148            " Попытка вывести значение y точки с индексом "+function.getPointsCount());
149        function.getPointY(function.getPointsCount());
150        System.out.println("Метод успешно сработал");
151    }
152    catch (FunctionPointIndexOutOfBoundsException e){
153        System.out.println(" Метод выдал ошибку: "+ e.getMessage());
154    }

```

```
155
156     try{
157         System.out.println("\n  Проверка метода setPointY:\n" +
158             "    Попытка внести значение Y элемента с индексом "+function.getPointsCount());
159         function.setPointY(function.getPointsCount(), y: 0);
160         System.out.println("Метод успешно сработал");
161     }
162     catch (FunctionPointIndexOutOfBoundsException e){
163         System.out.println("      Метод выдал ошибку: "+ e.getMessage());
164     }
165
166     try{
167         System.out.println("\n  Проверка метода deletePoint:\n" +
168             "    Попытка удалить точку с индексом "+function.getPointsCount());
169         function.deletePoint(function.getPointsCount());
170         System.out.println("Метод успешно сработал");
171     }
172     catch (FunctionPointIndexOutOfBoundsException e){
173         System.out.println("      Метод выдал ошибку: "+ e.getMessage());
174     }
175
176     try{
177         System.out.println("\n  Проверка метода addPoint:");
178         System.out.printf("      Попытка добавить точку F (%.3f, %.3f):%n", function.getPointX( index: 1),function.getPointY( index: 1));
179         function.addPoint(new FunctionPoint(function.getPointX( index: 1),function.getPointY( index: 1)));
180         System.out.println("Метод успешно сработал");
181     }
182     catch (InappropriateFunctionPointException e){
183         System.out.println("      Метод выдал ошибку: "+ e.getMessage());
184     }
185 }
186 }
```

ПРОВЕРКА ArrayTF

Функция `root(x)`

Область определения: [0.0; 10.0]

Количество точек: 5

Точки функции:

`f1: (0,0; 0,000)`

`f2: (2,5; 1,581)`

`f3: (5,0; 2,236)`

`f4: (7,5; 2,739)`

`f5: (10,0; 3,162)`

Значения $f(x)$ разных точках:

$f(1,0) = 0,632$

$f(2,1) = 1,328$

$f(11,0)$: не определено

$f(-35,0)$: не определено

$f(632,0)$: не определено

$f(453,1)$: не определено

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

$f(6,0) = 2,437$

$f(7,0) = 2,638$

$f(0,0) = 0,000$

Добавление точки (5.55, $\sqrt{5.55}$):

Точки функции:

`f1: (0,0; 0,000)`

`f2: (2,5; 1,581)`

`f3: (5,0; 2,236)`

`f4: (5,6; 2,356)`

`f5: (7,5; 2,739)`

`f6: (10,0; 3,162)`

Добавление точки (9, $\sqrt{9}$):

Точки функции:

`f1: (0,0; 0,000)`

`f2: (2,5; 1,581)`

`f3: (5,0; 2,236)`

`f4: (5,6; 2,356)`

`f5: (7,5; 2,739)`

ПРОВЕРКА LinkedListTF

Функция `root(x)`

Область определения: [0.0; 10.0]

Количество точек: 5

Точки функции:

`f1: (0,0; 0,000)`

`f2: (2,5; 1,581)`

`f3: (5,0; 2,236)`

`f4: (7,5; 2,739)`

`f5: (10,0; 3,162)`

Значения $f(x)$ разных точках:

$f(1,0) = 0,632$

$f(2,1) = 1,328$

$f(11,0)$: не определено

$f(-35,0)$: не определено

$f(632,0)$: не определено

$f(453,1)$: не определено

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

$f(6,0) = 2,437$

$f(7,0) = 2,638$

$f(0,0) = 0,000$

Добавление точки (5.55, $\sqrt{5.55}$):

Точки функции:

`f1: (0,0; 0,000)`

`f2: (2,5; 1,581)`

`f3: (5,0; 2,236)`

`f4: (5,6; 2,356)`

`f5: (7,5; 2,739)`

`f6: (10,0; 3,162)`

Добавление точки (9, $\sqrt{9}$):

Точки функции:

`f1: (0,0; 0,000)`

`f2: (2,5; 1,581)`

`f3: (5,0; 2,236)`

`f4: (5,6; 2,356)`

`f5: (7,5; 2,739)`

```
f4: (5,6; 2,356)
f5: (7,5; 2,739)
f6: (9,0; 3,000)
f7: (10,0; 3,162)
```

Удаление точки с номером 5:

Точка f5 = (7,5, 2,739)

Точки функции:

```
f1: (0,0; 0,000)
f2: (2,5; 1,581)
f3: (5,0; 2,236)
f4: (5,6; 2,356)
f5: (9,0; 3,000)
f6: (10,0; 3,162)
```

Замена точки с номером 3 на точку $f = (4, \sqrt{4})$

Исходная точка: f3' = (5,0; 2,236)

Измененная точка: f3' = (4,0; 2,000)

Точки функции:

```
f1: (0,0; 0,000)
f2: (2,5; 1,581)
f3: (4,0; 2,000)
f4: (5,6; 2,356)
f5: (9,0; 3,000)
f6: (10,0; 3,162)
```

Замена точки с номером 6 по значению $x = 9,5$

Исходная точка: f6' = (10,0; 3,162)

Измененная точка: f6' = (9,5; 3,082)

Точки функции:

```
f1: (0,0; 0,000)
f2: (2,5; 1,581)
f3: (4,0; 2,000)
f4: (5,6; 2,356)
f5: (9,0; 3,000)
f6: (9,5; 3,082)
```

```
f6: (9,0; 3,000)
f7: (10,0; 3,162)
```

Удаление точки с номером 5:

Точка f5 = (7,5, 2,739)

Точки функции:

```
f1: (0,0; 0,000)
f2: (2,5; 1,581)
f3: (5,0; 2,236)
f4: (5,6; 2,356)
f5: (9,0; 3,000)
f6: (10,0; 3,162)
```

Замена точки с номером 3 на точку $f = (4, \sqrt{4})$

Исходная точка: f3' = (5,0; 2,236)

Измененная точка: f3' = (4,0; 2,000)

Точки функции:

```
f1: (0,0; 0,000)
f2: (2,5; 1,581)
f3: (4,0; 2,000)
f4: (5,6; 2,356)
f5: (9,0; 3,000)
f6: (10,0; 3,162)
```

Замена точки с номером 6 по значению $x = 9,5$

Исходная точка: f6' = (10,0; 3,162)

Измененная точка: f6' = (9,5; 3,082)

Точки функции:

```
f1: (0,0; 0,000)
f2: (2,5; 1,581)
f3: (4,0; 2,000)
f4: (5,6; 2,356)
f5: (9,0; 3,000)
f6: (9,5; 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

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[]`:

f0 = (0,0, 0,000)

f1 = (2,5, 1,581)

f2 = (5,0, 2,236)

f3 = (7,5, 2,739)

f4 = (10,0, 3,162)