ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЁВА»

КАФЕДРА «ТЕХНИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА»

ОТЧЕТ

ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

«Объектно-ориентированное программирование»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

Студент Чячяков А.И.

Группа 6301-030301D

Руководитель Борисов Д. С.

Оценка

САМАРА 2025

Задание 1

Добавил в класс Functions метод, возвращающий значение интеграла функции, вычисленное с помощью численного метода.

В качестве параметров метод получает ссылку типа Function на объект функции, значения левой и правой границы области интегрирования, а также шаг дискретизации.

Если интервал интегрирования выходит за границы области определения функции, метод выбрасывает исключение.

Вычисление значения интеграла выполняется по методу трапеций. Для этого вся область интегрирования разбивается на участки, длина которых (кроме одного) равна шагу дискретизации. На каждом таком участке площадь под кривой, описывающейся заданной функцией, приближается площадью трапеции, две вершины которой расположены на оси абсцисс на границах участка, а ещё две – на кривой в точках границ участка.

В методе main() проверил работу метода интегрирования. Для этого вычислил интеграл для экспоненты на отрезке от 0 до 1. Определил также, какой шаг дискретизации нужен, чтобы рассчитанное значение отличалось от теоретического в 7 знаке после запятой.

Код 1.1

```
public static double integrate(Function f, double leftX, double rightX, double step)  4 usages
        throws FunctionPointIndexOutOfBoundsException {

    if (leftX < f.getLeftDomainBorder() || rightX > f.getRightDomainBorder()) {
        throw new FunctionPointIndexOutOfBoundsException(
                "Интервал интегрирования выходит за границы области определения функции"
        );
    }

    double integral = 0.0;
    double x1 = leftX;

    while (x1 < rightX) {
        double x2 = Math.min(x1 + step, rightX);
        double y1 = f.getFunctionValue(x1);
        double y2 = f.getFunctionValue(x2);
        double trapezoidArea = (y1 + y2) / 2.0 * (x2 - x1);
        integral += trapezoidArea;
        x1 = x2;
    }

    return integral;
}
```

Код 1.2

```java
public class Main {
    public static void main(String[] args) throws Exception {
        Function exp = new Exp();
        double theoreticalValue = Math.exp(1) - 1;

        System.out.println("Теоретическое значение интеграла e^x на [0, 1]: " + theoreticalValue);
        System.out.println();

        for (double step = 0.1; step >= 0.0001; step /= 10) {
            try {
                double result = Functions.integrate(exp, leftX: 0, rightX: 1, step);
                double error = Math.abs(result - theoreticalValue);
                System.out.printf("Шаг: %.4f, Результат: %.10f, Ошибка: %.2e%n",
                        step, result, error);
            } catch (FunctionPointIndexOutOfBoundsException e) {
                System.out.println("Ошибка: " + e.getMessage());
            }
        }
    }
```

Вывод

```
Теоретическое значение интеграла e^x на [0, 1]: 1.718281828459045

Шаг: 0,1000, Результат: 1,7197134914, Ошибка: 1,43e-03
Шаг: 0,0100, Результат: 1,7182961475, Ошибка: 1,43e-05
Шаг: 0,0010, Результат: 1,7182819716, Ошибка: 1,43e-07
Шаг: 0,0001, Результат: 1,7182818299, Ошибка: 1,43e-09

Process finished with exit code 0
```

Задание 2

Далее в приложении один поток инструкций будет генерировать задачи для интегрирования, а второй поток – решать их. Для этого потребуется объект задания, через который эти потоки будут взаимодействовать. В объекте будут храниться параметры задания.

Создал пакет threads, в котором будут размещены классы, связанные с потоками.

В пакете threads описал класс Task, объект которого должен хранить ссылку на объект интегрируемой функции, границы области интегрирования, шаг дискретизации, а также целочисленное поле, хранящее количество выполняемых заданий.

В главном классе программы опишисал метод nonThread(), реализующий последовательную (без применения потоков инструкций) версию программы.

В методе создал объект класса Task и установить в нём количество выполняемых заданий (минимум 100). После этого в цикле (до количества заданий) нужно выполнить следующие действия:

1. создал и поместил в объект задания объект логарифмической функции, основание которой является случайной величиной, распределённой равномерно на отрезке от 1 до 10;
2. указал в объекте задания левую границу области интегрирования (случайно распределена на отрезке от 0 до 100);
3. указал в объекте задания правую границу области интегрирования (случайно распределена на отрезке от 100 до 200);
4. указал в объекте задания шаг дискретизации (случайно распределён на отрезке от 0 до 1);
5. вывел в консоль сообщение вида "Source <левая граница> <правая граница> <шаг дискретизации>";
6. вычислил значение интеграла для параметров из объекта задания;
7. вывел в консоль сообщение вида "Result <левая граница> <правая граница> <шаг дискретизации> <результат интегрирования>".

Проверил работу метода, вызвав его в методе main().

Код 2.1

Main.java | Task.java | ArrayTabulatedFunction.java | Functions.java

```java
package threads;

import functions.Function;

public class Task {  3 usages
    private Function function;  2 usages
    private double leftX;  2 usages
    private double rightX;  2 usages
    private double step;  2 usages
    private int tasksCount;  2 usages

    public Function getFunction() {
        return function;
    }

    public void setFunction(Function function) {
        this.function = function;
    }

    public double getLeftX() {  2 usages
        return leftX;
    }

    public void setLeftX(double leftX) {  1 usage
        this.leftX = leftX;
    }

    public double getRightX() {  2 usages
        return rightX;
    }

    public void setRightX(double rightX) {  1 usage
        this.rightX = rightX;
    }

    public double getStep() {  2 usages
        return step;
    }

    public void setStep(double step) {  1 usage
        this.step = step;
    }
```

Код 2.2

```java
private static void nonThread() {  1 usage
    Task task = new Task();
    task.setTasksCount(100);

    for (int i = 0; i < task.getTasksCount(); i++) {
        double base = 1 + Math.random() * 9;
        double leftX = Math.random() * 100;
        double rightX = 100 + Math.random() * 100;
        double step = Math.random();

        task.setFunction(new Log(base));
        task.setLeftX(leftX);
        task.setRightX(rightX);
        task.setStep(step);

        System.out.printf("Source %.2f %.2f %.6f%n", leftX, rightX, step);

        double result = Functions.integrate(
                task.getFunction(),
                task.getLeftX(),
                task.getRightX(),
                task.getStep()
        );

        System.out.printf("Result %.2f %.2f %.6f %.6f%n",
                task.getLeftX(), task.getRightX(), task.getStep(), result);
    }
}
```

Вывод:

Source 31,79 155,54 0,175262

Result 31,79 155,54 0,175262 1376,308535

Source 24,88 178,44 0,474933

Result 24,88 178,44 0,474933 439,160597

Source 40,15 151,39 0,457532

Result 40,15 151,39 0,457532 227,248747

Source 99,06 127,53 0,658298

Result 99,06 127,53 0,658298 64,824276

Source 45,82 174,35 0,025032

Result 45,82 174,35 0,025032 1862,362203

Source 19,26 167,06 0,487418

Result 19,26 167,06 0,487418 349,343854

Source 60,48 139,68 0,825369

Result 60,48 139,68 0,825369 178,095382

Source 20,11 157,50 0,520015

Result 20,11 157,50 0,520015 382,137892

Source 1,42 163,63 0,389116

Result 1,42 163,63 0,389116 452,438786

Source 51,60 169,55 0,458125

Result 51,60 169,55 0,458125 279,465370

Source 92,47 105,21 0,698736

Result 92,47 105,21 0,698736 46,151781

Source 64,01 117,47 0,978725

Result 64,01 117,47 0,978725 145,663593

Source 39,34 107,62 0,810013

Result 39,34 107,62 0,810013 207,992390

Source 58,14 128,22 0,256314

Result 58,14 128,22 0,256314 168,823726

Source 17,20 117,78 0,667392

Result 17,20 117,78 0,667392 210,804644

Source 50,99 137,31 0,743863

Result 50,99 137,31 0,743863 214,381935

Source 33,43 187,54 0,804635

Result 33,43 187,54 0,804635 323,632691

Source 32,48 127,41 0,028525

Result 32,48 127,41 0,028525 209,953014

Source 53,39 185,01 0,872192

Result 53,39 185,01 0,872192 359,762171

Source 13,55 150,84 0,828526

Result 13,55 150,84 0,828526 325,522723

Source 2,14 169,59 0,182706

Result 2,14 169,59 0,182706 342,548209

Source 91,00 101,78 0,447632

Result 91,00 101,78 0,447632 21,692813

Source 79,99 109,20 0,716048

Result 79,99 109,20 0,716048 71,951348

Source 79,39 129,37 0,253607

Result 79,39 129,37 0,253607 287,527609

Source 54,76 143,23 0,275297

Result 54,76 143,23 0,275297 179,943033

Source 85,66 107,63 0,997057

Result 85,66 107,63 0,997057 58,576306

Source 18,60 119,66 0,735059

Result 18,60 119,66 0,735059 321,401893

Source 26,47 103,21 0,037083

Result 26,47 103,21 0,037083 191,783634

Source 22,40 160,00 0,573540

Result 22,40 160,00 0,573540 647,822952

Source 14,00 107,05 0,790131

Result 14,00 107,05 0,790131 259,444124

Source 25,53 130,39 0,129786

Result 25,53 130,39 0,129786 399,983728

Source 60,42 120,94 0,968459

Result 60,42 120,94 0,968459 118,718470

Source 23,83 122,61 0,277477

Result 23,83 122,61 0,277477 195,648837

Source 76,40 114,95 0,424620

Result 76,40 114,95 0,424620 129,632020

Source 43,81 173,18 0,456697

Result 43,81 173,18 0,456697 346,123819

Source 64,22 196,76 0,668369

Result 64,22 196,76 0,668369 830,976047

Source 15,93 174,50 0,255081

Result 15,93 174,50 0,255081 354,230064

Source 30,65 159,02 0,372404

Result 30,65 159,02 0,372404 279,167262

Source 64,76 156,07 0,979750

Result 64,76 156,07 0,979750 337,119472

Source 70,14 195,53 0,433336

Result 70,14 195,53 0,433336 464,696957

Source 79,07 139,75 0,911425

Result 79,07 139,75 0,911425 205,420906

Source 93,72 102,54 0,404311

Result 93,72 102,54 0,404311 18,547839

Source 49,52 197,22 0,182150

Result 49,52 197,22 0,182150 322,197028

Source 3,88 105,86 0,365678

Result 3,88 105,86 0,365678 195,937012

Source 87,15 163,39 0,468008

Result 87,15 163,39 0,468008 302,362647

Source 40,90 180,14 0,550110

Result 40,90 180,14 0,550110 689,228271

Source 60,19 184,17 0,938251

Result 60,19 184,17 0,938251 621,650868

Source 51,07 151,00 0,288587

Result 51,07 151,00 0,288587 302,398292

Source 12,44 102,10 0,152242

Result 12,44 102,10 0,152242 188,532432

Source 52,07 196,35 0,093655

Result 52,07 196,35 0,093655 448,339959

Source 50,83 108,48 0,845619

Result 50,83 108,48 0,845619 122,208250

Source 96,00 187,63 0,946348

Result 96,00 187,63 0,946348 305,479276

Source 15,19 115,30 0,797089

Result 15,19 115,30 0,797089 203,948192

Source 55,37 137,16 0,103196

Result 55,37 137,16 0,103196 198,672272

Source 68,18 125,77 0,217249

Result 68,18 125,77 0,217249 593,575320

Source 82,56 142,59 0,989722

Result 82,56 142,59 0,989722 140,243143

Source 68,00 106,64 0,350857

Result 68,00 106,64 0,350857 193,158409

Source 18,00 144,39 0,996830

Result 18,00 144,39 0,996830 266,459788

Source 12,18 191,15 0,233940

Result 12,18 191,15 0,233940 518,975671

Source 47,55 137,47 0,246488

Result 47,55 137,47 0,246488 201,588097

Source 64,92 165,86 0,797157

Result 64,92 165,86 0,797157 222,585584

Source 34,44 102,96 0,643125

Result 34,44 102,96 0,643125 224,294131

Source 6,22 120,05 0,756825

Result 6,22 120,05 0,756825 788,217642

Source 76,18 151,05 0,777134

Result 76,18 151,05 0,777134 336,530421

Source 65,40 161,08 0,985004

Result 65,40 161,08 0,985004 390,033229

Source 61,80 191,08 0,496891

Result 61,80 191,08 0,496891 331,497267

Source 27,18 124,39 0,300058

Result 27,18 124,39 0,300058 351,043969

Source 29,84 169,70 0,215708

Result 29,84 169,70 0,215708 287,682270

Source 22,93 131,42 0,869089

Result 22,93 131,42 0,869089 203,968666

Source 52,48 143,31 0,270106

Result 52,48 143,31 0,270106 500,482527

Source 45,23 174,22 0,663659

Result 45,23 174,22 0,663659 271,701564

Source 96,17 175,63 0,895829

Result 96,17 175,63 0,895829 191,548252

Source 48,46 130,06 0,660197

Result 48,46 130,06 0,660197 244,244566

Source 34,17 176,53 0,638003

Result 34,17 176,53 0,638003 473,688894

Source 23,39 134,70 0,726508

Result 23,39 134,70 0,726508 259,375690

Source 11,39 123,05 0,261843

Result 11,39 123,05 0,261843 283,231126

Source 58,63 167,71 0,385782

Result 58,63 167,71 0,385782 289,609339

Source 86,96 128,75 0,480313

Result 86,96 128,75 0,480313 111,142695

Source 26,85 128,47 0,899508

Result 26,85 128,47 0,899508 291,193287

Source 4,84 152,20 0,065151

Result 4,84 152,20 0,065151 266,007764

Source 58,68 106,35 0,360707

Result 58,68 106,35 0,360707 188,123240

Source 67,89 160,89 0,157660

Result 67,89 160,89 0,157660 242,854528

Source 92,08 173,44 0,738889

Result 92,08 173,44 0,738889 251,797137

Source 15,88 191,29 0,845678

Result 15,88 191,29 0,845678 779,262678

Source 10,23 153,56 0,068128

Result 10,23 153,56 0,068128 636,715474

Source 32,63 171,36 0,323119

Result 32,63 171,36 0,323119 561,025312

Source 5,68 145,93 0,219681

```
Result 5,68 145,93 0,219681 285,480166
Source 32,95 196,30 0,198510
Result 32,95 196,30 0,198510 464,706190
Source 33,75 107,03 0,950541
Result 33,75 107,03 0,950541 164,642998
Source 4,48 173,64 0,768919
Result 4,48 173,64 0,768919 427,489083
Source 43,03 119,23 0,169338
Result 43,03 119,23 0,169338 171,379773
Source 5,02 178,74 0,325678
Result 5,02 178,74 0,325678 494,692250
Source 95,83 199,60 0,610989
Result 95,83 199,60 0,610989 249,307907
Source 40,66 186,62 0,808317
Result 40,66 186,62 0,808317 355,593770
Source 16,62 127,55 0,361516
Result 16,62 127,55 0,361516 243,781484
Source 75,16 171,21 0,373107
Result 75,16 171,21 0,373107 226,111517
Source 31,16 194,66 0,924415
Result 31,16 194,66 0,924415 347,631499
Source 45,83 187,95 0,692618
Result 45,83 187,95 0,692618 964,546623
Source 84,31 105,37 0,770011
Result 84,31 105,37 0,770011 61,165721
Source 86,51 180,89 0,052712
Result 86,51 180,89 0,052712 636,430808
```

Задание 3

В пакете threads создал два следующих класса. При их реализации воспользовался фрагментами последовательной версии программы из предыдущего задания.

Класс SimpleGenerator реализовывает интерфейс Runnable, получает в конструкторе и сохранять в своё поле ссылку на объект типа Task, а в методе run() в цикле должны формируются задачи и заносятся в полученный объект задания, а также выводиться сообщения в консоль.

Класс SimpleIntegrator реализовывает интерфейс Runnable, получает в конструкторе и сохраняет в своё поле ссылку на объект типа Task, а в методе run() в цикле должны решаться задачи, данные для которых берутся из полученного объекта задания, а также выводиться сообщения в консоль.

В главном классе программы создал метод simpleThreads(). В нём создайте объект задания, укажите количество выполняемых заданий (минимум 100), создайте и запустите два потока вычислений, основанных на описанных классах SimpleGenerator и SimpleIntegrator.

Код 3.1

Main.java | SimpleGenerator.java | SimpleIntegrator.java | Task.java | ArrayTabulatedFun

```java
package threads;

import functions.basic.Log;
import functions.Functions;

public class SimpleGenerator implements Runnable {  no usages
    private final Task task;  7 usages

    public SimpleGenerator(Task task) {  no usages
        this.task = task;
    }

    @Override
    public void run() {
        for (int i = 0; i < task.getTasksCount(); i++) {

            double base = 1 + Math.random() * 9;
            double leftX = Math.random() * 100;
            double rightX = 100 + Math.random() * 100;
            double step = Math.random();

            synchronized (task) {
                task.setFunction(new Log(base));
                task.setLeftX(leftX);
                task.setRightX(rightX);
                task.setStep(step);

                System.out.printf("Source %.2f %.2f %.6f%n", leftX, rightX, step);
            }

            try {
                Thread.sleep( millis: 5);
            } catch (InterruptedException e) {
                Thread.currentThread().interrupt();
            }
        }
    }
}
```

Код 3.2

Main.java | SimpleGenerator.java | SimpleIntegrator.java | Task.java | ArrayTabulatedFunct

```java
package threads;

import functions.Functions;

public class SimpleIntegrator implements Runnable {  2 usages
    private final Task task;  8 usages

    public SimpleIntegrator(Task task) {  1 usage
        this.task = task;
    }

    @Override
    public void run() {

        for (int i = 0; i < task.getTasksCount(); i++) {

            double leftX, rightX, step, result;

            synchronized (task) {
                if (task.getFunction() == null) {
                    continue;
                }

                leftX = task.getLeftX();
                rightX = task.getRightX();
                step = task.getStep();
                result = Functions.integrate(task.getFunction(), leftX, rightX, step);
            }

            System.out.printf("Result %.2f %.2f %.6f %.6f%n",
                    leftX, rightX, step, result);

            try {
                Thread.sleep( millis: 5);
            } catch (InterruptedException e) {
                Thread.currentThread().interrupt();
            }
        }
    }
}
```

Код 3.3

```java
private static void simpleThreads() {  1 usage
    Task task = new Task();
    task.setTasksCount(100);

    Thread generator = new Thread(new SimpleGenerator(task),  name: "Generator");
    Thread integrator = new Thread(new SimpleIntegrator(task),  name: "Integrator");


    generator.start();
    integrator.start();

    try {
        generator.join();
        integrator.join();
    } catch (InterruptedException e) {
        Thread.currentThread().interrupt();
    }

    System.out.println("Оба потока завершили работу");
}
```

Вывод:

Задание 3 многопоточная версия

Source 92,19 191,68 0,715287

Result 92,19 191,68 0,715287 213,933651

Result 92,19 191,68 0,715287 213,933651

Source 34,03 112,61 0,741975

Result 34,03 112,61 0,741975 170,795408

Source 26,00 161,27 0,356091

Result 26,00 161,27 0,356091 3837,253211

Source 20,89 185,16 0,828992

Source 90,27 162,63 0,159238

Result 20,89 185,16 0,828992 373,548790

Result 90,27 162,63 0,159238 430,603597

Source 40,51 143,03 0,873269

Result 40,51 143,03 0,873269 206,273621

Source 45,95 194,78 0,186991

Result 45,95 194,78 0,186991 360,474609

Source 65,44 140,80 0,727004

Result 65,44 140,80 0,727004 151,692267

Source 66,65 173,55 0,737792

Result 66,65 173,55 0,737792 269,172742

Source 94,61 132,31 0,459958

Source 85,95 194,69 0,154626

Result 85,95 194,69 0,154626 274,512810

Result 85,95 194,69 0,154626 274,512810

Source 48,18 180,69 0,070441

Result 48,18 180,69 0,070441 270,588606

Source 94,67 193,40 0,502103

Result 94,67 193,40 0,502103 221,906432

Source 50,26 122,96 0,973209

Result 50,26 122,96 0,973209 150,208133

Source 19,92 122,54 0,491154

Result 19,92 122,54 0,491154 910,274255

Source 43,40 123,67 0,768192

Result 43,40 123,67 0,768192 413,537342

Source 42,45 196,76 0,280257

Result 42,45 196,76 0,280257 576,983779

Source 4,19 177,55 0,043943

Result 4,19 177,55 0,043943 674,554063

Source 33,95 174,77 0,032095

Result 33,95 174,77 0,032095 736,012034

Source 54,01 145,78 0,219727

Result 54,01 145,78 0,219727 273,608525

Source 21,03 177,17 0,354549

Source 84,04 135,83 0,680151

Result 21,03 177,17 0,354549 24788,162280

Result 84,04 135,83 0,680151 173,618586

Source 7,41 161,86 0,004942

Result 7,41 161,86 0,004942 348,298515

Source 38,84 159,45 0,706239

Result 38,84 159,45 0,706239 262,769368

Source 11,02 104,56 0,486422

Result 11,02 104,56 0,486422 200,350736

Source 27,42 128,62 0,956866

Result 27,42 128,62 0,956866 192,637412

Source 97,66 156,55 0,415417

Result 97,66 156,55 0,415417 218,746932

Source 56,06 174,40 0,504445

Result 56,06 174,40 0,504445 266,800224

Source 17,80 176,86 0,789046

Result 17,80 176,86 0,789046 1122,594567

Source 2,06 198,16 0,678789

Result 2,06 198,16 0,678789 445,506016

Source 78,24 161,33 0,531393

Result 78,24 161,33 0,531393 543,781978

Source 72,48 190,16 0,223041

Result 72,48 190,16 0,223041 1333,425320

Source 5,19 115,70 0,947572

Result 5,19 115,70 0,947572 197,895163

Source 16,97 175,22 0,515579

Result 16,97 175,22 0,515579 320,150543

Source 80,52 144,94 0,964462

Source 89,02 170,16 0,861816

Result 89,02 170,16 0,861816 190,626561

Result 89,02 170,16 0,861816 190,626561

Source 57,67 156,30 0,287031

Result 57,67 156,30 0,287031 201,139224

Source 74,53 162,84 0,109786

Result 74,53 162,84 0,109786 193,164369

Source 89,00 198,07 0,849167

Result 89,00 198,07 0,849167 306,618467

Source 32,07 147,57 0,093422

Result 32,07 147,57 0,093422 471,379332

Source 21,12 181,50 0,187890

Result 21,12 181,50 0,187890 857,170450

Source 13,72 176,65 0,657453

Result 13,72 176,65 0,657453 1561,217407

Source 39,96 158,18 0,619890

Result 39,96 158,18 0,619890 449,300739

Source 60,93 112,73 0,267795

Source 72,04 149,88 0,349267

Result 72,04 149,88 0,349267 193,306545

Result 72,04 149,88 0,349267 193,306545

Source 94,25 191,91 0,461370

Source 73,77 153,50 0,885393

Result 73,77 153,50 0,885393 665,951599

Result 73,77 153,50 0,885393 665,951599

Source 41,26 132,18 0,639240

Source 65,31 168,05 0,399803

Result 65,31 168,05 0,399803 406,306093

Result 65,31 168,05 0,399803 406,306093

Source 71,79 147,10 0,956978

Source 90,63 116,14 0,901014

Result 90,63 116,14 0,901014 81,438508

Source 34,52 149,41 0,316166

Result 34,52 149,41 0,316166 308,804243

Result 34,52 149,41 0,316166 308,804243

Source 10,48 157,13 0,356186

Result 10,48 157,13 0,356186 337,158108

Source 14,19 154,28 0,710941

Result 14,19 154,28 0,710941 270,583344

Source 59,84 114,32 0,138525

Result 59,84 114,32 0,138525 127,182296

Source 53,46 117,19 0,433483

Result 53,46 117,19 0,433483 209,234882

Source 26,54 163,28 0,429337

Result 26,54 163,28 0,429337 458,004665

Source 8,68 165,91 0,892363

Result 8,68 165,91 0,892363 336,802402

Source 32,64 153,78 0,453641 Result 32,64 153,78 0,453641 331,874504

Source 33,58 111,58 0,047648

Result 33,58 111,58 0,047648 209,083790

Source 25,24 162,42 0,678246

Result 25,24 162,42 0,678246 358,958461

Source 10,14 148,51 0,716671

Result 10,14 148,51 0,716671 1919,442691

Source 8,44 198,32 0,351191

Result 8,44 198,32 0,351191 631,376265

Source 70,66 177,56 0,254376

Result 70,66 177,56 0,254376 228,821785

Source 72,89 109,11 0,011470

Result 72,89 109,11 0,011470 112,361383

Source 80,34 112,79 0,362143

Result 80,34 112,79 0,362143 73,565670

Source 4,75 159,47 0,847934

Result 4,75 159,47 0,847934 612,723073

Source 74,27 156,26 0,028996

Result 74,27 156,26 0,028996 189,029614

Source 80,70 179,53 0,036282

Result 80,70 179,53 0,036282 225,957630

Source 68,25 150,55 0,859105

Result 68,25 150,55 0,859105 451,996215

Source 80,45 105,31 0,433047

Result 80,45 105,31 0,433047 79,003296

Source 87,30 143,97 0,289478

Result 87,30 143,97 0,289478 201,933678

Source 73,65 158,60 0,255481

Result 73,65 158,60 0,255481 276,859937

Source 81,29 128,12 0,451773

Result 81,29 128,12 0,451773 103,749873

Source 62,65 138,40 0,626254

Result 62,65 138,40 0,626254 211,319918

Source 21,51 132,58 0,682101

Result 21,51 132,58 0,682101 210,212501

Source 87,82 121,30 0,111856

Result 87,82 121,30 0,111856 67,874640

Source 97,67 186,50 0,932761

Result 97,67 186,50 0,932761 221,642052

Source 27,11 192,95 0,633625

Result 27,11 192,95 0,633625 649,605088

Source 59,10 181,85 0,589788

Result 59,10 181,85 0,589788 325,133295

Source 46,33 158,04 0,380304

Source 69,69 198,14 0,450237

Result 46,33 158,04 0,380304 382,893287

Result 69,69 198,14 0,450237 378,101235

Source 82,09 100,95 0,601019

Source 70,30 173,25 0,863093

Result 70,30 173,25 0,863093 565,312070

Result 70,30 173,25 0,863093 565,312070

Source 63,67 194,27 0,407609

Result 63,67 194,27 0,407609 317,106236

Source 68,12 130,34 0,287737

Result 68,12 130,34 0,287737 215,784789

Source 5,79 177,66 0,965190

Result 5,79 177,66 0,965190 1175,783006

Source 96,93 195,39 0,773843

Result 96,93 195,39 0,773843 304,663019

```
Source 28,66 154,12 0,699875
Result 28,66 154,12 0,699875 279,118446
Source 17,48 165,29 0,116643
Source 87,21 176,05 0,402550
Result 87,21 176,05 0,402550 333,025025
Result 87,21 176,05 0,402550 333,025025
Source 52,06 111,16 0,691441
Result 52,06 111,16 0,691441 191,642690
Source 15,85 118,30 0,357613
Result 15,85 118,30 0,357613 268,095716
Source 72,50 126,74 0,221305
Result 72,50 126,74 0,221305 113,740806
Source 20,66 160,50 0,875584
Source 85,62 156,50 0,981820
Result 85,62 156,50 0,981820 187,368976
Result 85,62 156,50 0,981820 187,368976
Source 75,49 126,02 0,858488
Result 75,49 126,02 0,858488 226,882161
Source 85,43 163,38 0,196829
Result 85,43 163,38 0,196829 163,896950
Source 3,67 149,60 0,276925
Result 3,67 149,60 0,276925 293,308571
Source 66,03 120,79 0,629056
Оба потока завершили работу
```

Задание 4

Определил причину того, что не все сгенерированные задания оказываются выполнены интегрирующим потоком.

Для устранения этой проблемы потребуется дополнительный объект, представляющий собой одноместный семафор, различающий операции чтения и записи в защищаемый объект (пример класса таких объектов был приведён в лекции).

В пакете threads создал два следующих класса. При их реализации воспользовался фрагментами классов из предыдущего задания.

Класс Generator должен расширять класс Thread, получать в конструкторе и сохранять в свои поля ссылки на объект типа Task и на объект семафора, а в методе run() должны выполняться те же действия, что и в предыдущей версии генерирующего класса.

Класс Integrator должен расширять класс Thread, получать в конструкторе и сохранять в свои поля ссылки на объект типа Task и на объект семафора, а в методе run() должны выполняться те же действия, что и в предыдущей версии интегрирующего класса.

Отличие этих классов от предыдущих версий должно заключаться в том, что вместо средств синхронизации в методах run() должны использоваться возможности семафора.

В главном классе программы создал метод complicatedThreads(). В нём создайте объект задания, укажите количество выполняемых заданий (минимум 100), создайте и запустите два потока вычислений классов Generator и Integrator.

Попробовал запускать программу (несколько раз). Попробовал запускать программу, изменяя приоритеты потоков перед их запуском. Сделайте так, чтобы после создания ваших потоков основной поток программы выжидал 50 миллисекунд, после чего прерывал работу ваших потов путём вызова метода interrupt(). Изменил код ваших классов потоков так, чтобы прерывание происходило и происходило корректно.

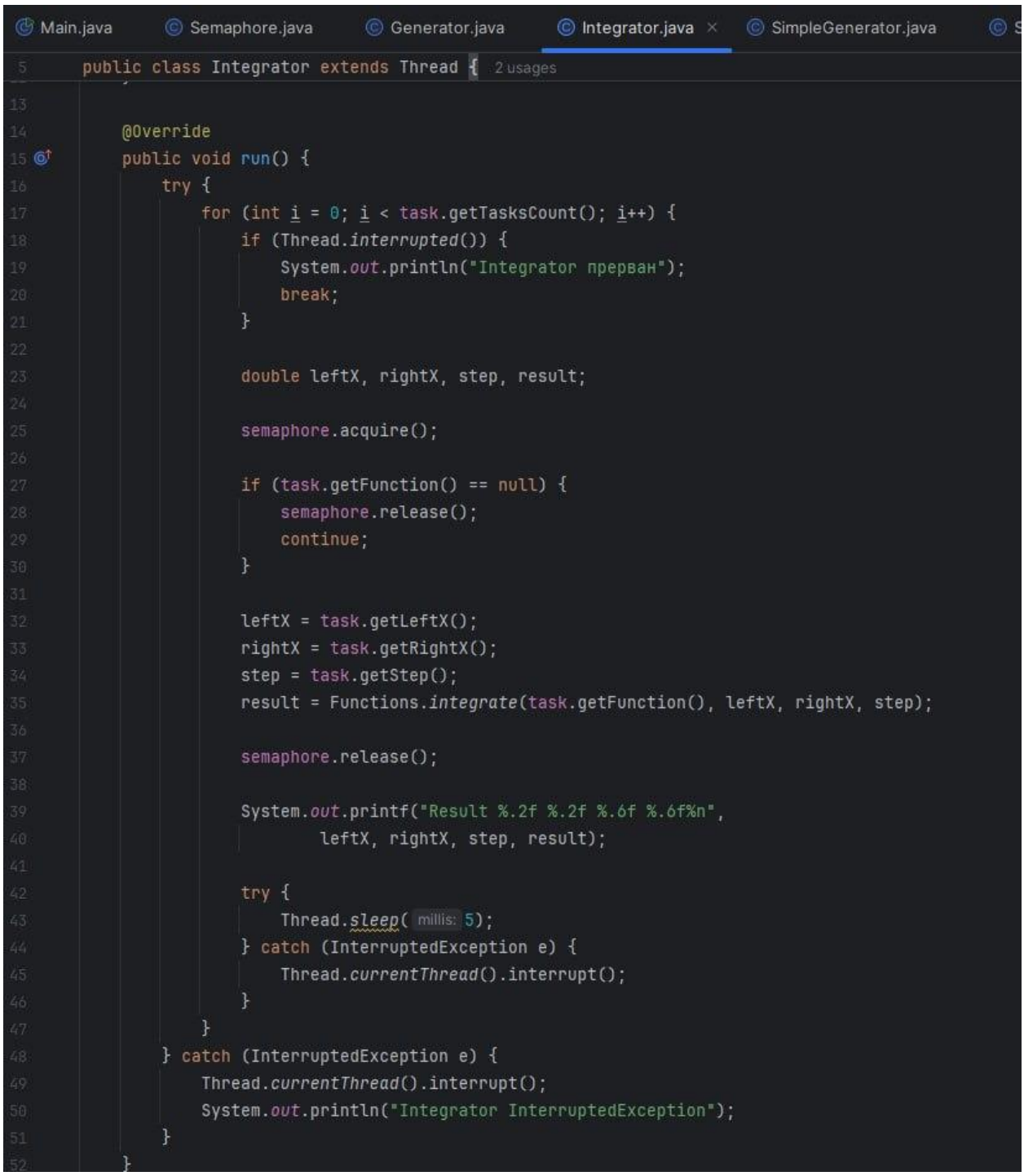
Код 4.1


Main.java
Semaphore.java
Generator.java
Integrator.java
SimpleGenerator
package threads;
public class Semaphore { no usages
private boolean available = true; 3 usages
public synchronized void acquire() throws InterruptedException { no usages
while (!available) {
wait();
}
available = false;
}
public synchronized void release() { no usages
available = true;
notifyAll();
}
}

Код 4.2


Main.java
Semaphore.java
Generator.java
Integrator.java
SimpleGenerator.jav
public class Generator extends Thread { 2 usages
public Generator(Task task, Semaphore semaphore) { 1 usage
this.task = task;
this.semaphore = semaphore;
}
@Override
public void run() {
try {
for (int i = 0; i < task.getTasksCount(); i++) {
if (Thread.interrupted()) {
System.out.println("Generator прерван");
break;
}
double base = 1 + Math.random() * 9;
double leftX = Math.random() * 100;
double rightX = 100 + Math.random() * 100;
double step = Math.random();
semaphore.acquire();
task.setFunction(new Log(base));
task.setLeftX(leftX);
task.setRightX(rightX);
task.setStep(step);
System.out.printf("Source %.2f %.2f %.6f%n", leftX, rightX, step);
semaphore.release();
try {
Thread.sleep(millis: 5);
} catch (InterruptedException e) {
Thread.currentThread().interrupt();
}
}
} catch (InterruptedException e) {
Thread.currentThread().interrupt();
System.out.println("Generator InterruptedException");
}

Код 4.3


Main.java
Semaphore.java
Generator.java
Integrator.java
SimpleGenerator.java
public class Integrator extends Thread { 2 usages
@Override
public void run() {
try {
for (int i = 0; i < task.getTasksCount(); i++) {
if (Thread.interrupted()) {
System.out.println("Integrator прерван");
break;
}
double leftX, rightX, step, result;
semaphore.acquire();
if (task.getFunction() == null) {
semaphore.release();
continue;
}
leftX = task.getLeftX();
rightX = task.getRightX();
step = task.getStep();
result = Functions.integrate(task.getFunction(), leftX, rightX, step);
semaphore.release();
System.out.printf("Result %.2f %.2f %.6f %.6f%n",
leftX, rightX, step, result);
try {
Thread.sleep(millis: 5);
} catch (InterruptedException e) {
Thread.currentThread().interrupt();
}
}
} catch (InterruptedException e) {
Thread.currentThread().interrupt();
System.out.println("Integrator InterruptedException");
}
}

Код 4.4

```java
private static void complicatedThreads() {  1 usage
    Task task = new Task();
    task.setTasksCount(100);

    Semaphore semaphore = new Semaphore();

    Generator generator = new Generator(task, semaphore);
    Integrator integrator = new Integrator(task, semaphore);

    generator.start();
    integrator.start();

    try {
        Thread.sleep( millis: 50);
        generator.interrupt();
        integrator.interrupt();

        generator.join();
        integrator.join();
    } catch (InterruptedException e) {
        Thread.currentThread().interrupt();
    }

    System.out.println("Оба потока завершили работу (прерваны)");
}
```

Вывод:

```
Задание 4: с семафором
Source 80,66 137,09 0,227278
Result 80,66 137,09 0,227278 898,458056
Result 80,66 137,09 0,227278 898,458056
Source 20,87 169,39 0,330753
Result 20,87 169,39 0,330753 7295,483538
Source 79,10 128,53 0,160063
Result 79,10 128,53 0,160063 129,843629
Source 44,72 103,80 0,551638
Result 44,72 103,80 0,551638 114,687836
Source 23,22 148,62 0,792388
Result 23,22 148,62 0,792388 600,205205
Source 47,99 133,04 0,250273
Source 81,11 151,81 0,388224
Result 81,11 151,81 0,388224 177,967439
Result 81,11 151,81 0,388224 177,967439
Source 23,43 138,49 0,707319
Result 23,43 138,49 0,707319 301,335318
Source 61,26 134,75 0,127084
Generator прерван
Integrator прерван
Оба потока завершили работу (прерваны)

Process finished with exit code 0
```

Код 4.5

```
private static void complicatedThreads() {  1 usage
    Task task = new Task();
    task.setTasksCount(100);

    Semaphore semaphore = new Semaphore();

    Generator generator = new Generator(task, semaphore);
    Integrator integrator = new Integrator(task, semaphore);

    generator.setPriority(Thread.MAX_PRIORITY);
    integrator.setPriority(Thread.MIN_PRIORITY);
```

Вывод:

```
Задание 4: с семафором
Source 67,78 139,01 0,888254
Result 67,78 139,01 0,888254 191,732423
Result 67,78 139,01 0,888254 191,732423
Source 92,23 187,92 0,267712
Result 92,23 187,92 0,267712 506,360227
Source 4,90 116,98 0,531976
Result 4,90 116,98 0,531976 301,857374
Source 14,44 118,65 0,506307
Result 14,44 118,65 0,506307 6426,112994
Source 85,92 132,67 0,344654
Result 85,92 132,67 0,344654 17411,469936
Source 80,15 156,42 0,762962
Result 80,15 156,42 0,762962 171,753128
Source 65,88 172,94 0,537918
Result 65,88 172,94 0,537918 327,441700
Source 96,85 183,18 0,852704
Result 96,85 183,18 0,852704 217,159591
Source 28,75 166,62 0,048870
Result 28,75 166,62 0,048870 275,584595
Generator прерван
Integrator прерван
Оба потока завершили работу (прерваны)
```

Код 4.6

```
Semaphore semaphore = new Semaphore();

Generator generator = new Generator(task, semaphore);
Integrator integrator = new Integrator(task, semaphore);

generator.setPriority(Thread.MIN_PRIORITY);
integrator.setPriority(Thread.MAX_PRIORITY);
```

Вывод:

```
Задание 4: с семафором
Source 73,43 160,37 0,072102
Result 73,43 160,37 0,072102 420,833903
Result 73,43 160,37 0,072102 420,833903
Source 55,96 128,70 0,912901
Result 55,96 128,70 0,912901 1926,559664
Source 89,70 124,63 0,906498
Result 89,70 124,63 0,906498 191,779260
Source 87,14 147,32 0,805452
Result 87,14 147,32 0,805452 292,753532
Source 7,11 194,11 0,552703
Result 7,11 194,11 0,552703 458,017673
Source 99,03 183,19 0,459039
Result 99,03 183,19 0,459039 365,517335
Source 50,50 197,08 0,520609
Result 50,50 197,08 0,520609 319,693065
Source 21,50 111,84 0,296914
Result 21,50 111,84 0,296914 420,236066
Source 91,74 149,05 0,841003
Integrator прерван
Generator прерван
Оба потока завершили работу (прерваны)
```