

Лабораторная работа №6.

Выполнил: Латахин Егор Дмитриевич

Группа: 6201-120303D

Задание 1. Численное интегрирование

В класс Functions добавлен статический метод integral, реализующий метод трапеций. Метод разбивает отрезок интегрирования на шаги, вычисляет площади элементарных трапеций и суммирует их.

```
public static double integral(Function f, double leftX, double rightX, double step) {
    if (leftX < f.getLeftDomainBorder() || rightX > f.getRightDomainBorder())
    {
        throw new IllegalArgumentException("ОИ выходит за ОО функции");
    }

    double sum = 0;
    double currentX = leftX;

    while (currentX < rightX) {
        double nextX = currentX + step;

        if (nextX > rightX) {
            nextX = rightX;
        }

        double y1 = f.getFunctionValue(currentX);
        double y2 = f.getFunctionValue(nextX);

        double h = nextX - currentX;
        sum += h * (y1 + y2) / 2.0;

        currentX = nextX;
    }

    return sum;
}
```

Задание 2. Класс задачи и последовательное выполнение

Создан класс Task для хранения параметров задачи (функция, границы, шаг, количество итераций). В классе Main реализован метод nonThread, который генерирует задачи и решает их последовательно в одном потоке.

```
// threads/Task.java
package threads;

import functions.Function;

public class Task {
    public Function function;
    public double leftX;
    public double rightX;
    public double step;
    public int tasksCount;

    public Task(int tasksCount) {
        this.tasksCount = tasksCount;
    }
}
```

Задание 3. Простые потоки (synchronized)

Реализованы классы SimpleGenerator и SimpleIntegrator, реализующие интерфейс Runnable. Для предотвращения одновременного доступа к полям объекта Task используется блок synchronized.

SimpleGenerator.java

```
// threads/SimpleGenerator.java
package threads;

import functions.basic.Log;
import java.util.Random;

public class SimpleGenerator implements Runnable {
    private final Task task;

    public SimpleGenerator(Task task) {
        this.task = task;
    }

    @Override
    public void run() {
        Random random = new Random();
        for (int i = 0; i < task.tasksCount; i++) {
            synchronized (task) {
                task.function = new Log(1 + random.nextDouble() * 9);
                task.leftX = random.nextDouble() * 100;
                task.rightX = 100 + random.nextDouble() * 100;
                task.step = random.nextDouble();
            }
        }
    }
}
```

```
        System.out.println("Source " + task.leftX + " " + task.rightX + "
" + task.step);
    }
}
}
```

SimpleIntegrator.java

```
// threads/SimpleIntegrator.java
package threads;

import functions.Functions;

public class SimpleIntegrator implements Runnable {
    private final Task task;

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

    @Override
    public void run() {
        for (int i = 0; i < task.tasksCount; i++) {
            synchronized (task) {
                if (task.function == null) {
                    continue; // защита от NPE если генератор еще не успел
создать задачу
                }
                double result = Functions.integral(task.function, task.leftX,
task.rightX, task.step);
                System.out.println("Result " + task.leftX + " " + task.rightX + "
" + task.step + " " + result);
            }
        }
    }
}
```

Задание 4. Сложные потоки (Семафор и прерывания)

Для обеспечения строгой очередности операций (Запись - Чтение - Запись) реализован класс SimpleSemaphore с методами wait() и notifyAll(). Потоки Generator и Integrator наследуются от Thread и корректно обрабатывают InterruptedException для завершения работы.

SimpleSemaphore.java

```
// threads/SimpleSemaphore.java
package threads;

public class SimpleSemaphore {
    private boolean canWrite = true;

    public synchronized void beginWrite() throws InterruptedException {
        while (!canWrite) {
            wait();
        }
    }

    public synchronized void endWrite() {
        canWrite = false;
        notifyAll();
    }

    public synchronized void beginRead() throws InterruptedException {
        while (canWrite) {
            wait();
        }
    }

    public synchronized void endRead() {
        canWrite = true;
        notifyAll();
    }
}
```

Generator.java

```
// threads/Generator.java
package threads;

import functions.basic.Log;
import java.util.Random;

public class Generator extends Thread {
    private final Task task;
    private final SimpleSemaphore semaphore;

    public Generator(Task task, SimpleSemaphore semaphore) {
        this.task = task;
        this.semaphore = semaphore;
    }

    @Override
    public void run() {
        Random random = new Random();
        for (int i = 0; i < task.tasksCount; i++) {
            try {
                semaphore.beginWrite();

                task.function = new Log(1 + random.nextDouble() * 9);
                task.leftX = random.nextDouble() * 100;
                task.rightX = 100 + random.nextDouble() * 100;
                task.step = random.nextDouble();

                System.out.println("Source " + task.leftX + " " + task.rightX + " "
" + task.step);

                semaphore.endWrite();
            } catch (InterruptedException e) {
                interrupt();
                break;
            }
        }
    }
}
```

Integrator.java

```
// threads/Integrator.java
package threads;

import functions.Functions;

public class Integrator extends Thread {
    private final Task task;
    private final SimpleSemaphore semaphore;

    public Integrator(Task task, SimpleSemaphore semaphore) {
        this.task = task;
        this.semaphore = semaphore;
    }

    @Override
    public void run() {
        for (int i = 0; i < task.tasksCount; i++) {
            try {
                semaphore.beginRead();

                double result = Functions.integral(task.function, task.leftX,
task.rightX, task.step);
                System.out.println("Result " + task.leftX + " " + task.rightX + " "
+ task.step + " " + result);

                semaphore.endRead();
            } catch (InterruptedException e) {
                interrupt();
                break;
            }
        }
    }
}
```

Задание 5. Главный класс и тестирование

В классе Main реализован запуск всех заданий. Для корректной работы потоков использован метод `join()`, чтобы дождаться их завершения перед переходом к следующему этапу. В методе `complicatedThreads` реализовано прерывание потоков через определенное время.

Main.java

```
import functions.*;
import functions.basic.Exp;
import functions.basic.Log;
import threads.*;
```

```
public class Main {

    public static void main(String[] args) {
        // 1. Тест интегрирования
        System.out.println("1: Exp() integral");
        testIntegration();

        // 2. Последовательное выполнение
        System.out.println("\n2: nonThread");
        nonThread();

        // 3. Простые потоки (synchronized)
        System.out.println("\n3: simpleThreads");
        simpleThreads();

        // 4. Сложные потоки (Семафор)
        System.out.println("\n4: complicatedThreads");
        complicatedThreads();
    }

    //1
    private static void testIntegration() {
        Function exp = new Exp();
        double left = 0;
        double right = 1;
        double step = 0.000001;
        double res = Functions.integral(exp, left, right, step);
        System.out.println("Integral of exp(x) from 0 to 1: " + res);
        System.out.println("Expected (e - 1): " + (Math.E - 1));
    }

    //2
    public static void nonThread() {
        Task task = new Task(100);
        java.util.Random random = new java.util.Random();

        for (int i = 0; i < task.tasksCount; i++) {
            task.function = new Log(1 + random.nextDouble() * 9);
            task.leftX = random.nextDouble() * 100;
            task.rightX = 100 + random.nextDouble() * 100;
            task.step = random.nextDouble();

            System.out.println("Source " + task.leftX + " " + task.rightX + " " +
task.step);

            double res = Functions.integral(task.function, task.leftX,
task.rightX, task.step);
            System.out.println("Result " + task.leftX + " " + task.rightX + " " +
task.step + " " + res);
        }
    }
}
```

```
//3
public static void simpleThreads() {
    Task task = new Task(100);

    Thread generator = new Thread(new SimpleGenerator(task));
    Thread integrator = new Thread(new SimpleIntegrator(task));

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

    try {
        generator.join();
        integrator.join();
    } catch (InterruptedException e) {
        e.printStackTrace();
    }
}

//4
public static void complicatedThreads() {
    Task task = new Task(100);
    SimpleSemaphore semaphore = new SimpleSemaphore();

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

    generator.start();
    integrator.start();
    try {
        Thread.sleep(50);
    } catch (InterruptedException e) {
        e.printStackTrace();
    }

    generator.interrupt();
    integrator.interrupt();

    try {
        generator.join();
        integrator.join();
    } catch (InterruptedException e) {
        e.printStackTrace();
    }
}
```

Вывод в консоли

В Задании 3 при использовании только synchronized генератор захватывает монитор объекта Task, обновляет данные и освобождает монитор. Из-за высокой скорости работы он успевает снова захватить монитор и перезаписать данные до того, как планировщик потоков передаст управление Интегратору. В результате Интегратор пропускает почти/все задания. В Задании 4 эта проблема решена с помощью семафора, который принудительно блокирует Генератор до тех пор, пока Интегратор не считает данные.

1: Exp() integral

Integral of exp(x) from 0 to 1: 1.7182818284592285

Expected (e - 1): 1.718281828459045

2: nonThread

Source 94.82048124527199 106.38368244253562 0.3156518097272075

Result 94.82048124527199 106.38368244253562 0.3156518097272075 65.7523838503242

Source 50.106587177173814 173.88655609502945 0.6556804323626724

Result 50.106587177173814 173.88655609502945 0.6556804323626724 454.54757041033275

Source 14.28013540241585 198.00296806557742 0.38221737541618195

Result 14.28013540241585 198.00296806557742 0.38221737541618195 392.6668548891037

Source 88.03504749161436 142.3114923874915 0.322926892067809

Result 88.03504749161436 142.3114923874915 0.322926892067809 144.98348684922314

Source 10.753131864661636 125.75041280925899 0.39766636745457185

Result 10.753131864661636 125.75041280925899 0.39766636745457185 247.0805416599198

Source 30.60347859441528 156.28059915336777 0.42148583152155716

Result 30.60347859441528 156.28059915336777 0.42148583152155716 527.2604756826534

Source 73.08329013364092 110.9061982938778 0.3435949475501012

Result 73.08329013364092 110.9061982938778 0.3435949475501012 85.77601776459281

Source 98.53048532124772 125.55717014619817 0.30465216386811755

Result 98.53048532124772 125.55717014619817 0.30465216386811755 61.05190544789299

Source 85.32993627735996 158.43538154817875 0.4972698409861961

Result 85.32993627735996 158.43538154817875 0.4972698409861961 278.36163222959306

Source 74.85150980419823 168.64854485162596 0.4484182971952395

Result 74.85150980419823 168.64854485162596 0.4484182971952395 245.4355158586603

Source 66.59953535827681 108.30406040162921 0.007450390571138055

Result 66.59953535827681 108.30406040162921 0.007450390571138055 116.04018507906518

Source 57.6197317351219 160.70736221407736 0.01975818799286233

Result 57.6197317351219 160.70736221407736 0.01975818799286233 390.9402847232585

Source 78.90100921174121 169.90711365370686 0.3936111392334153

Result 78.90100921174121 169.90711365370686 0.3936111392334153 238.97071307782934

Source 93.32596623779716 197.55219564797542 0.02651534246857501

Result 93.32596623779716 197.55219564797542 0.02651534246857501 372.65062280973376

Source 84.66536455733534 111.87313173607824 0.8474717992422897
Result 84.66536455733534 111.87313173607824 0.8474717992422897 57.77803109099897
Source 85.17817036158033 160.5731949213851 0.052801096570338046
Result 85.17817036158033 160.5731949213851 0.052801096570338046 190.31969579962418
Source 60.57025679818173 104.51217928804932 0.46574054588589486
Result 60.57025679818173 104.51217928804932 0.46574054588589486 3570.0832225748873
Source 95.38121130504018 192.28836683298064 0.8338094794898745
Result 95.38121130504018 192.28836683298064 0.8338094794898745 248.2091797303577
Source 99.31009884453718 137.1719971655275 0.7929768155830491
Result 99.31009884453718 137.1719971655275 0.7929768155830491 144.63099751679735
Source 85.5574857755874 117.3161046240136 0.173954656221046
Result 85.5574857755874 117.3161046240136 0.173954656221046 119.09812034975414
Source 55.95235596295836 157.76828306870175 0.3034801795604475
Result 55.95235596295836 157.76828306870175 0.3034801795604475 447.7325219521148
Source 64.44904582875269 168.52962412320397 0.9622376339262311
Result 64.44904582875269 168.52962412320397 0.9622376339262311 219.29879647002844
Source 20.520653123693002 106.7546620339711 0.7011111675976135
Result 20.520653123693002 106.7546620339711 0.7011111675976135 186.75155319706803
Source 37.04184070969667 103.1588860188525 0.2887479073100565
Result 37.04184070969667 103.1588860188525 0.2887479073100565 136.99017910168018
Source 23.445312750783042 142.79798523026983 0.1659505757183728
Result 23.445312750783042 142.79798523026983 0.1659505757183728 1274.350334826411
Source 74.25269949322436 118.60566747150337 0.916206899116853
Result 74.25269949322436 118.60566747150337 0.916206899116853 99.63719893445193
Source 5.521939661778397 182.42457203060974 0.9267033931015487
Result 5.521939661778397 182.42457203060974 0.9267033931015487 448.9930222903391
Source 47.31968714168746 102.7373870483711 0.6104589231052487
Result 47.31968714168746 102.7373870483711 0.6104589231052487 153.41780679975582
Source 9.018691218115304 100.90303007369829 0.7877535319123528
Result 9.018691218115304 100.90303007369829 0.7877535319123528 701.8015607263036
Source 96.03644611106044 178.4253186257126 0.08381632445059772
Result 96.03644611106044 178.4253186257126 0.08381632445059772 318.55892260235
Source 71.57287405997437 166.62927052162598 0.48977581570213924
Result 71.57287405997437 166.62927052162598 0.48977581570213924 725.5744280790757
Source 24.971179221373006 127.09281239646135 0.5551648006001373
Result 24.971179221373006 127.09281239646135 0.5551648006001373 194.50001655288943
Source 29.51743317603993 106.27933162179905 0.032811223813479895
Result 29.51743317603993 106.27933162179905 0.032811223813479895 156.5954912371886
Source 46.8108404732436 101.03914894354993 0.18073519245312275
Result 46.8108404732436 101.03914894354993 0.18073519245312275 103.0036374529329
Source 62.27804099214349 122.99567769800049 0.34071182508648457
Result 62.27804099214349 122.99567769800049 0.34071182508648457 674.6230861539401

Source 16.971237955470485 159.30466016245714 0.8594480990681227
Result 16.971237955470485 159.30466016245714 0.8594480990681227 294.9110338136431
Source 34.48132466206456 114.87254421044592 0.8958615696666807
Result 34.48132466206456 114.87254421044592 0.8958615696666807 340.7579455284465
Source 28.613584978044436 186.8427243669544 0.16673741950520538
Result 28.613584978044436 186.8427243669544 0.16673741950520538 681.6946758280055
Source 17.41494445987799 166.00599377454344 0.22307929025398943
Result 17.41494445987799 166.00599377454344 0.22307929025398943 1497.1869197970082
Source 62.20821475141046 181.76428053745875 0.4207592420604279
Result 62.20821475141046 181.76428053745875 0.4207592420604279 258.32436336923206
Source 96.48006965275995 107.37429177618459 0.35160988042743413
Result 96.48006965275995 107.37429177618459 0.35160988042743413 24.382888391735882
Source 8.78601188267808 120.42047277125694 0.1348921621486162
Result 8.78601188267808 120.42047277125694 0.1348921621486162 227.9501019707202
Source 96.27692377544815 169.81422400496683 0.6341103515624086
Result 96.27692377544815 169.81422400496683 0.6341103515624086 205.29266207933415
Source 11.018211189556393 135.0890587181375 0.3604353969377809
Result 11.018211189556393 135.0890587181375 0.3604353969377809 704.3839864711161
Source 79.96400901520381 176.3589999609028 0.5515366093152709
Result 79.96400901520381 176.3589999609028 0.5515366093152709 205.1958113579223
Source 91.265213215203 164.03019231563724 0.6734108748487085
Result 91.265213215203 164.03019231563724 0.6734108748487085 197.07035720395942
Source 4.531649590974151 146.20333519875265 0.382837405322929
Result 4.531649590974151 146.20333519875265 0.382837405322929 260.0227573605543
Source 60.73498871366697 158.67723025365802 0.8093755413632003
Result 60.73498871366697 158.67723025365802 0.8093755413632003 217.59449172709034
Source 38.63044520915139 107.56137201175427 0.8683616254671496
Result 38.63044520915139 107.56137201175427 0.8683616254671496 240.23476762899818
Source 28.891759487075664 157.72816279690568 0.20015034982714286
Result 28.891759487075664 157.72816279690568 0.20015034982714286 679.853654392851
Source 74.59529459619502 141.68303256394552 0.24588530329603353
Result 74.59529459619502 141.68303256394552 0.24588530329603353 280.57086854717164
Source 57.255524118955634 162.90331168938417 0.9163717093053041
Result 57.255524118955634 162.90331168938417 0.9163717093053041 326.6392708618462
Source 91.30560179719664 105.29446749814318 0.28816440819367783
Result 91.30560179719664 105.29446749814318 0.28816440819367783 45.709389261536955
Source 26.733085437456893 176.13489949468743 0.7697722381536496
Result 26.733085437456893 176.13489949468743 0.7697722381536496 308.4615067669505
Source 49.522285752577154 103.72816507150927 0.22091986394569263
Result 49.522285752577154 103.72816507150927 0.22091986394569263 101.68938781628516
Source 12.621195191528134 182.9541547030058 0.5790965432120104
Result 12.621195191528134 182.9541547030058 0.5790965432120104 333.19634852908257

Source 26.34221552775038 112.00842631407824 0.6501608100386934
Result 26.34221552775038 112.00842631407824 0.6501608100386934 473.63690782796823
Source 86.42245712759357 191.84151896062792 0.8535586721172174
Result 86.42245712759357 191.84151896062792 0.8535586721172174 429.7129234076141
Source 20.410710334394288 166.15774965549195 0.8777526283966584
Result 20.410710334394288 166.15774965549195 0.8777526283966584 348.84175794450266
Source 88.61457340239815 164.30564235953923 0.3977471300028905
Result 88.61457340239815 164.30564235953923 0.3977471300028905 176.1573340433795
Source 84.53272299287383 171.98981188886478 0.23413577024401488
Result 84.53272299287383 171.98981188886478 0.23413577024401488 337.2693803879883
Source 41.5136075570683 195.45674431876859 0.5918841602400614
Result 41.5136075570683 195.45674431876859 0.5918841602400614 452.4382050660827
Source 67.32332734800481 103.65462989521887 0.30710177913847536
Result 67.32332734800481 103.65462989521887 0.30710177913847536 70.48723382665719
Source 96.37185420346167 129.83999246747163 0.3513450091214625
Result 96.37185420346167 129.83999246747163 0.3513450091214625 71.81673877037106
Source 70.53812307229647 189.20156541049576 0.19553258211638835
Result 70.53812307229647 189.20156541049576 0.19553258211638835 326.95291078012315
Source 33.850959590588516 122.29451803959557 0.01934388159424283
Result 33.850959590588516 122.29451803959557 0.01934388159424283 193.98105761351593
Source 53.724223817403924 105.4257505530621 0.16700948224652845
Result 53.724223817403924 105.4257505530621 0.16700948224652845 108.92968075387185
Source 62.01090778909427 178.60368666250122 0.6966925240107815
Result 62.01090778909427 178.60368666250122 0.6966925240107815 269.6519377797943
Source 42.8324071301993 129.2636090597028 0.3481980958984442
Result 42.8324071301993 129.2636090597028 0.3481980958984442 251.12020006417103
Source 80.9554995252504 135.7022557153745 0.762537939836682
Result 80.9554995252504 135.7022557153745 0.762537939836682 169.22452707437097
Source 24.431076447973265 118.00306063377346 0.3269152731405175
Result 24.431076447973265 118.00306063377346 0.3269152731405175 194.99105105766733
Source 8.274957028894603 166.2060423552087 0.5899852711431661
Result 8.274957028894603 166.2060423552087 0.5899852711431661 345.10492297712244
Source 32.16265605748556 115.57405578635817 0.7947844755418502
Result 32.16265605748556 115.57405578635817 0.7947844755418502 170.6346075713912
Source 84.42626181020019 117.02971923008768 0.7105121953607578
Result 84.42626181020019 117.02971923008768 0.7105121953607578 165.84390525164756
Source 57.08304921580836 107.18504571043908 0.6093858211564858
Result 57.08304921580836 107.18504571043908 0.6093858211564858 126.64742577431339
Source 2.191875866050619 116.85838656446646 0.931081071287154
Result 2.191875866050619 116.85838656446646 0.931081071287154 246.35248244463222
Source 38.5247542406489 169.57104574479507 0.9048069505891176
Result 38.5247542406489 169.57104574479507 0.9048069505891176 268.7602805802455

Source 29.357445035260564 112.23850559868308 0.1578551018697837
Result 29.357445035260564 112.23850559868308 0.1578551018697837 288.5244913614712
Source 17.12431868698556 189.11887536095236 0.12950099097601464
Result 17.12431868698556 189.11887536095236 0.12950099097601464 910.2272448173301
Source 18.7491223374325 117.05386814443054 0.9304247999100158
Result 18.7491223374325 117.05386814443054 0.9304247999100158 288.88180810374854
Source 56.65470332090358 145.13522652438144 0.1403579878471548
Result 56.65470332090358 145.13522652438144 0.1403579878471548 304.8976319891096
Source 24.77114950276732 185.15217606255123 0.9204508677473294
Result 24.77114950276732 185.15217606255123 0.9204508677473294 786.3486465373844
Source 66.30321291066501 180.5231858315729 0.7318959252411044
Result 66.30321291066501 180.5231858315729 0.7318959252411044 404.9108981696448
Source 70.58428609884409 140.88789871936066 0.8986299037302709
Result 70.58428609884409 140.88789871936066 0.8986299037302709 159.3441579819439
Source 80.03560056362787 107.13282576634148 0.2294776220822462
Result 80.03560056362787 107.13282576634148 0.2294776220822462 56.67157043298614
Source 35.065747558487296 127.34700383454641 0.9238889943784512
Result 35.065747558487296 127.34700383454641 0.9238889943784512 210.94539631810727
Source 74.68698698282967 118.05148526158453 0.0254596922471223
Result 74.68698698282967 118.05148526158453 0.0254596922471223 105.85007330297113
Source 53.69126163130418 157.01920369981679 0.7587157466034387
Result 53.69126163130418 157.01920369981679 0.7587157466034387 234.6917615670206
Source 33.42020658725684 104.0993809868761 0.18718007239632783
Result 33.42020658725684 104.0993809868761 0.18718007239632783 690.6331897428304
Source 52.47986209470147 174.6833382583778 0.7645297220352517
Result 52.47986209470147 174.6833382583778 0.7645297220352517 293.82122134867075
Source 86.19221367397662 196.79617327341361 0.5156899399202759
Result 86.19221367397662 196.79617327341361 0.5156899399202759 272.26270290835384
Source 59.142059794344185 167.27151094738025 0.7810015968543091
Result 59.142059794344185 167.27151094738025 0.7810015968543091 478.4552205189171
Source 83.86916280132701 185.06407817780791 0.6841366666363004
Result 83.86916280132701 185.06407817780791 0.6841366666363004 307.36367034314287
Source 60.571994203646625 180.47761294951886 0.743226269945863
Result 60.571994203646625 180.47761294951886 0.743226269945863 730.5139588933408
Source 87.6308092373283 177.93320547558818 0.3347038764545742
Result 87.6308092373283 177.93320547558818 0.3347038764545742 346.7295823449317
Source 0.8242241987100107 126.87585846144816 0.04065650354709316
Result 0.8242241987100107 126.87585846144816 0.04065650354709316 280.1550968208943
Source 80.30482204582826 110.51470440015791 0.26301481306605934
Result 80.30482204582826 110.51470440015791 0.26301481306605934 60.42354520015032
Source 38.715747082193275 195.31495693944163 0.8717027157068585
Result 38.715747082193275 195.31495693944163 0.8717027157068585 631.9810612051896

Source 31.27167428099589 115.50736041022844 0.06890551055305416
Result 31.27167428099589 115.50736041022844 0.06890551055305416 157.47385846810604
Source 9.193891886544915 196.35353524420444 0.09790573969628547
Result 9.193891886544915 196.35353524420444 0.09790573969628547 782.2149886256965

3: simpleThreads

Source 46.457077670271005 102.89029037125734 0.1654580875851155
Source 39.407847734455224 124.47322333764765 0.9828523239349514
Source 81.83830918331344 176.57129540394862 0.004844260971992198
Source 97.28031183456164 108.19127912928033 0.7021891563562208
Source 7.238603176696145 108.90120514066027 0.4150229479046489
Source 72.84971767522805 148.49902841737196 0.2107433843773423
Source 91.20632184370484 100.15920073656747 0.4273550404429156
Source 80.18798940073833 133.16854625346875 0.7724258485263064
Source 30.268212795276472 197.39810486791345 0.18471724840538106
Source 49.52145386150648 185.8176367765646 0.5337132257886561
Source 78.93285910570084 153.64477657623618 0.6316887364354126
Source 9.117222584052387 193.1308544970206 0.9636209564338304
Source 86.68266586706518 111.52065456233079 0.0021618280726986017
Source 58.728417059921576 136.38348663790453 0.9680535206188939
Source 67.34497647687976 177.2980977077762 0.4207834662399459
Source 72.48885237093546 105.78415816383057 0.1199385399750944
Source 51.232983781424856 176.40813770171485 0.18463340802391637
Source 94.14782285289313 101.15163805340669 0.6965506168638524
Source 95.44703302454765 106.41527988472687 0.5415454482796644
Source 12.535577247962927 147.4415360125194 0.4654315131674944
Source 52.72694968695292 128.47495899184887 0.03147801501560965
Source 30.150157595265593 178.63843763718225 0.41031279736816895
Source 24.246018222980048 163.2892985725659 0.7073403491319176
Source 62.756178134016 168.52917690893227 0.8384470327890376
Source 46.73723956450433 182.57678151488466 0.8016804699087932
Source 32.886211763202866 111.87281414806908 0.5607540455331126
Source 89.3424866934321 112.07145288416797 0.6556411462677411
Source 45.13537001792833 184.48298030975909 0.08618832264208853
Source 60.575180937021415 187.06729901168427 0.9765902763680715
Source 56.1397418712125 135.73819672649333 0.02173384804254508
Source 50.787128404065506 126.52342329849394 0.7408318881111264
Source 77.1292750862106 192.03579169384392 0.11943268757218661
Source 60.530123569951364 116.74561722108336 0.3078036937279268
Source 71.9457587221255 174.70505802073643 0.661853384784337
Source 90.20296166380497 120.65998947267974 0.5621680741243898
Source 38.416516595795144 160.89525431473214 0.12740575449483726

Source 91.37445867009662 153.69426290252744 0.1502020312790434
Source 85.97443230427672 140.95408890813022 0.32690788990040454
Source 5.173149655182508 192.28234332747212 0.12689299181796876
Source 47.41494615778753 150.81229888113933 0.4528120521889868
Source 38.13423219365936 106.00783022783652 0.5801462459310582
Source 87.68063196233736 182.88997873414772 0.7324953404275582
Source 50.89444125122734 129.40204285455394 0.04851049497238469
Source 97.56399623658652 104.04024061796072 0.627021713790342
Source 60.125415593415674 114.41223548483302 0.7988278059988333
Source 85.21909513627725 134.04585694874453 0.7667812862646476
Source 79.0962428219243 129.55558801930718 0.2802139474008897
Source 3.372646688501535 163.1845187255511 0.06541351805137274
Source 47.255770675083966 196.77461362044608 0.32077573915586355
Source 75.12519710130827 112.3783104582736 0.7034200673351645
Source 24.22530687413723 182.00961950407168 0.8834713546045388
Source 6.233028436667231 164.44304470966136 0.9228741427081281
Source 48.592368912590445 180.50382011544744 0.44751994651120697
Source 96.7613760980478 119.95307280546324 0.8246320975703354
Source 86.8960501909847 162.85674848753817 0.33176691428768723
Source 89.99964267557189 156.23719608987733 0.6094537417125726
Source 23.194707852761464 172.84157767889548 0.5264108349640007
Source 21.529162443895665 193.02130992659426 0.9544376552969619
Source 64.60649774537755 193.00199734370847 0.8494986653589452
Source 56.33421423165067 193.2334055676708 0.46617763026360914
Source 63.21347899868055 119.04423274455927 0.49459509647220923
Source 26.84684217300517 152.48653750360506 0.4020466212364614
Source 79.71984419207969 109.03988478803481 0.2860325110890747
Source 9.816161943608703 155.7554089839976 0.10101433840710483
Source 39.25493576270445 198.45515082658673 0.20814780559896062
Source 4.892742538861283 104.76217214629925 0.815404767612139
Source 54.711656035091934 197.0221219431263 0.02491228114969879
Source 2.818700218576853 144.58709171673993 0.8849999065450533
Source 18.010906937679483 108.46771869692006 0.056360753380080064
Source 56.114141614640054 143.01968883750646 0.44489600976882016
Source 84.68268094274634 139.11593497024126 0.4282263615240486
Source 90.15055462776512 101.16597449618638 0.10851834089748591
Source 2.1544236488620028 186.37899138241983 0.36118705476572754
Source 17.501807206755625 198.82742859962343 0.31720114929607124
Source 57.13729624800741 123.15302097208826 0.3161302589903947
Source 43.46332804945816 103.16731852198205 0.29773845988512837
Source 42.500972452529595 119.13394747385276 0.06184188807510693
Source 75.6301568859564 194.18000646364413 0.8193127286753918

Source 69.02757055694818 165.0691185404843 0.9815256738728704
Source 75.42444955907006 185.47885509695487 0.19120684086016315
Source 72.43537681645745 190.96038627435564 0.18455968683921098
Source 14.463047331608758 143.91836220898884 0.1927061986170604
Source 91.06295560173662 194.23420859508937 0.23989559677194783
Source 23.655796218283044 136.5661479734571 0.8765970981530926
Source 14.604300276737314 118.89443027953081 0.5975074040519941
Source 47.925174362717016 158.54042332675164 0.43766727142675854
Source 29.28561504365478 151.67334178792686 0.014295809254176728
Source 44.437902081593485 120.22856531542217 0.5876154551828027
Source 9.874386917158217 126.1966680069016 0.5508541394026141
Source 87.23912463387283 197.40240628339848 0.12777558706184777
Source 33.911350738073544 151.17808725828414 0.9555026320389943
Source 66.17981626008438 172.74589480374914 0.661062454167632
Source 18.55599372260739 103.6589170581606 0.5019968836195845
Source 93.02802311677965 122.3107270276515 0.6345446099209089
Source 5.436182340737505 153.30860497316635 0.5973168238250575
Source 52.65456608399829 125.41557282775105 0.15405101950428646
Source 43.89259452770376 108.80161113950054 0.7259426704994799
Source 62.18382926647429 101.50455277805581 0.2622177340148054
Source 48.00853182658602 102.28635431929162 0.5470237723171297
Source 26.000264852188405 102.48053893853745 0.6213806587477596

4: complicatedThreads

Source 60.672618413826655 113.72407577955819 0.3027659755060368
Result 60.672618413826655 113.72407577955819 0.3027659755060368 144.44258422440964
Source 44.56660038122757 146.9718264535718 0.1253216802996988
Result 44.56660038122757 146.9718264535718 0.1253216802996988 257.66718451519563
Source 39.67164790198087 132.73634311586073 0.9762266524884892
Result 39.67164790198087 132.73634311586073 0.9762266524884892 190.17164370569017
Source 20.525943913496437 182.7690871868199 0.8744470640619499
Result 20.525943913496437 182.7690871868199 0.8744470640619499 481.8826432420355
Source 33.73456283532084 197.37016756148398 0.44742057055258055
Result 33.73456283532084 197.37016756148398 0.44742057055258055 342.65392727236144
Source 14.107458460799837 191.8667503756848 0.26825597157678327
Result 14.107458460799837 191.8667503756848 0.26825597157678327 554.1197119693138
Source 48.706332735528136 100.25220434785241 0.5266512376826906
Result 48.706332735528136 100.25220434785241 0.5266512376826906 110.48941410598958
Source 86.11786739181646 107.13652147602575 0.19469321665048367
Result 86.11786739181646 107.13652147602575 0.19469321665048367 91.10651697570681
Source 14.149777748878078 126.44362841616964 0.9981161830876815
Result 14.149777748878078 126.44362841616964 0.9981161830876815 327.4866932728376

Source 58.14996053137826 140.70147261729812 0.18426113853144477
Result 58.14996053137826 140.70147261729812 0.18426113853144477 223.66805543320885
Source 84.27797269913628 138.30581051854273 0.2898907976089773
Result 84.27797269913628 138.30581051854273 0.2898907976089773 129.96524082240592
Source 27.3120023030233 137.79889283825224 0.8551804579233435
Result 27.3120023030233 137.79889283825224 0.8551804579233435 4584.658635629564
Source 0.9533022707723937 167.9892707793494 0.30461781296432255
Result 0.9533022707723937 167.9892707793494 0.30461781296432255 355.3517115993885
Source 90.0941024686796 180.64925241868153 0.02120986275340897
Result 90.0941024686796 180.64925241868153 0.02120986275340897 228.82586512651528
Source 69.14379221189621 108.56154843639408 0.9773084573110512
Result 69.14379221189621 108.56154843639408 0.9773084573110512 85.49156496834541
Source 38.262163365279115 145.84690009646306 0.15353041519632393
Result 38.262163365279115 145.84690009646306 0.15353041519632393 216.0290947682918
Source 20.227352249663653 119.78961940334702 0.37666189458210986
Result 20.227352249663653 119.78961940334702 0.37666189458210986 201.15645305385968
Source 14.67005814376523 143.78808848980415 0.138101352016749
Result 14.67005814376523 143.78808848980415 0.138101352016749 249.07333387666586
Source 63.53452207994523 189.59247280586348 0.4163087243083463
Result 63.53452207994523 189.59247280586348 0.4163087243083463 657.7276181764996
Source 41.88062485302832 193.65201580433703 0.5198931536641687
Result 41.88062485302832 193.65201580433703 0.5198931536641687 344.5617044116717
Source 51.520394121965495 117.17948185816797 0.49238529094133854
Result 51.520394121965495 117.17948185816797 0.49238529094133854 352.30931898304436
Source 61.4861420501038 112.45043518654974 0.6754044020289853
Result 61.4861420501038 112.45043518654974 0.6754044020289853 99.5433014812758
Source 8.956287263370744 108.89019587871985 0.6138446315443392
Result 8.956287263370744 108.89019587871985 0.6138446315443392 406.82171474494095
Source 47.018892385850904 121.66152054825372 0.6048685183603989
Result 47.018892385850904 121.66152054825372 0.6048685183603989 208.66966509972656
Source 1.531835600678555 102.7511552841322 0.8419105351941288
Result 1.531835600678555 102.7511552841322 0.8419105351941288 251.22949146678636
Source 78.34241502739553 199.96357077095638 0.28555671499048163
Result 78.34241502739553 199.96357077095638 0.28555671499048163 303.6452497064281
Source 44.25810439852768 162.76540031838613 0.10508102724909185
Result 44.25810439852768 162.76540031838613 0.10508102724909185 235.9520509175066
Source 90.41412861741922 135.5841867256006 0.7775833790248577
Result 90.41412861741922 135.5841867256006 0.7775833790248577 95.28143419784264
Source 75.06234288344345 108.95024331901574 0.7060872526374078
Result 75.06234288344345 108.95024331901574 0.7060872526374078 100.80125089756008
Source 34.309898064429554 156.78057528717176 0.5236202737984602
Result 34.309898064429554 156.78057528717176 0.5236202737984602 1739.4287805928468

Source 43.96502409349817 174.1389775124802 0.087214242684026
Result 43.96502409349817 174.1389775124802 0.087214242684026 284.83487301757043
Source 13.40118588590079 143.9665574101631 0.5339253813760023
Result 13.40118588590079 143.9665574101631 0.5339253813760023 696.9225920173194
Source 93.22978214463976 103.5621122569655 0.670389830202961
Result 93.22978214463976 103.5621122569655 0.670389830202961 30.116206640194473
Source 82.57543366905148 152.00194114992306 0.39809325618337743
Result 82.57543366905148 152.00194114992306 0.39809325618337743 210.7856582856287
Source 28.87687105803606 138.22378909838105 0.8384477428881565
Result 28.87687105803606 138.22378909838105 0.8384477428881565 237.09769776617583
Source 23.390262962142327 196.15987171360382 0.3149326906978801
Result 23.390262962142327 196.15987171360382 0.3149326906978801 638.6888006372517
Source 8.950786056588612 148.08896483250342 0.37397141540094203
Result 8.950786056588612 148.08896483250342 0.37397141540094203 2119.643448424784
Source 33.052150846815344 180.28779185858644 0.5818780044899188
Result 33.052150846815344 180.28779185858644 0.5818780044899188 332.0271795159549
Source 98.93263645723427 106.09705095676115 0.9221243937251346
Result 98.93263645723427 106.09705095676115 0.9221243937251346 14.75554511465587
Source 90.11018962092531 170.67761354623138 0.23534033123881926
Result 90.11018962092531 170.67761354623138 0.23534033123881926 171.4828636338969
Source 69.68795055526573 119.01754131537453 0.29387410315580764
Result 69.68795055526573 119.01754131537453 0.29387410315580764 113.00724204607121
Source 84.75556274558477 144.16075726562917 0.7834052224659682
Result 84.75556274558477 144.16075726562917 0.7834052224659682 190.40841079801456
Source 38.34047406014135 156.1633538291891 0.6760146821294288
Result 38.34047406014135 156.1633538291891 0.6760146821294288 239.2067051112836
Source 26.61734872104784 163.94366962095506 0.22228242851783686
Result 26.61734872104784 163.94366962095506 0.22228242851783686 544.2894607073727
Source 77.46264769442139 141.9774367403686 0.06439546699687071
Result 77.46264769442139 141.9774367403686 0.06439546699687071 194.99156471794814
Source 67.94529920125704 161.69943759914128 0.7779146002252268
Result 67.94529920125704 161.69943759914128 0.7779146002252268 326.3935986837015
Source 42.97333371093991 103.50829448277 0.48676134403705906
Result 42.97333371093991 103.50829448277 0.48676134403705906 140.19212437860165
Source 5.070200776504152 129.4311346983868 0.06415088352998721
Result 5.070200776504152 129.4311346983868 0.06415088352998721 240.99205025424163
Source 96.13347023432692 188.79006481949523 0.8316110993273454
Result 96.13347023432692 188.79006481949523 0.8316110993273454 202.48442992026995
Source 46.032449597694416 149.62252105950824 0.5988915470085169
Result 46.032449597694416 149.62252105950824 0.5988915470085169 209.5096738851949
Source 20.030219456699715 197.1427434988555 0.34948015413172384
Result 20.030219456699715 197.1427434988555 0.34948015413172384 415.4416398897214

Source 57.26945348707088 117.19172160478129 0.8696103074872971
Result 57.26945348707088 117.19172160478129 0.8696103074872971 179.7251060257276
Source 55.94029827939268 187.40822159785498 0.14305374936775062
Result 55.94029827939268 187.40822159785498 0.14305374936775062 897.987051628934
Source 27.252528706849645 131.76351103179866 0.3896601435024786
Result 27.252528706849645 131.76351103179866 0.3896601435024786 197.4668722853008
Source 9.96306115583483 155.13772509890802 0.212517063670837
Result 9.96306115583483 155.13772509890802 0.212517063670837 2503.9014068285805
Source 9.963839720455459 163.77581402077453 0.4367691202377396
Result 9.963839720455459 163.77581402077453 0.4367691202377396 322.26553033575885
Source 5.313993180064081 194.74629430174798 0.8725483658696762
Result 5.313993180064081 194.74629430174798 0.8725483658696762 468.0972744597529
Source 36.10409158611765 122.9360830304347 0.415132485079014
Result 36.10409158611765 122.9360830304347 0.415132485079014 330.2392422084435
Source 80.66922862452888 187.6499395548993 0.6073614554234742
Result 80.66922862452888 187.6499395548993 0.6073614554234742 628.222010220008
Source 4.921535983503055 182.54312553307665 0.03250699862676232
Result 4.921535983503055 182.54312553307665 0.03250699862676232 1132.1480140588665
Source 59.951711993473126 182.4010803612914 0.680203677899264
Result 59.951711993473126 182.4010803612914 0.680203677899264 297.0879970843361
Source 94.55294612390742 138.1900646706232 0.73371419988641
Result 94.55294612390742 138.1900646706232 0.73371419988641 121.12492015064431
Source 43.949650323167575 157.83789465663037 0.06371579139171135
Result 43.949650323167575 157.83789465663037 0.06371579139171135 279.95823200483426
Source 53.76719381531383 104.36399996684735 0.08195842893220895
Result 53.76719381531383 104.36399996684735 0.08195842893220895 136.83522850377165
Source 99.15785069848397 185.2632352339972 0.5075598443038241
Result 99.15785069848397 185.2632352339972 0.5075598443038241 412.8611293541366
Source 63.00200570174336 177.45804388195302 0.029366179060659414
Result 63.00200570174336 177.45804388195302 0.029366179060659414 1407.5334000506377
Source 44.232585011552274 130.66867082288948 0.8097214223473573
Result 44.232585011552274 130.66867082288948 0.8097214223473573 206.43796087328474
Source 77.58460272872209 118.71132841183811 0.2681526986487618
Result 77.58460272872209 118.71132841183811 0.2681526986487618 103.18575995654031
Source 59.45061542007468 163.01936020518085 0.6078924028295866
Result 59.45061542007468 163.01936020518085 0.6078924028295866 263.6969091602743
Source 91.02676036621257 135.59260461910145 0.1038225711641948
Result 91.02676036621257 135.59260461910145 0.1038225711641948 132.49943307543302
Source 69.56298453307565 159.61530719046056 0.2573406262393051
Result 69.56298453307565 159.61530719046056 0.2573406262393051 211.52494318140066
Source 81.28497948473085 165.1430941181722 0.5418099476422958
Result 81.28497948473085 165.1430941181722 0.5418099476422958 200.73732614985656

Source 75.43420899706797 124.54468620677594 0.6116724965388458
Result 75.43420899706797 124.54468620677594 0.6116724965388458 219.50715743732042
Source 27.87637172616425 187.7941714431974 0.5289651526888276
Result 27.87637172616425 187.7941714431974 0.5289651526888276 327.01423479611617
Source 34.85750509733013 161.24481389638856 0.7728950319336951
Result 34.85750509733013 161.24481389638856 0.7728950319336951 346.1556496453542
Source 12.74087103391488 125.17554153647201 0.5412936437525911
Result 12.74087103391488 125.17554153647201 0.5412936437525911 206.56335686531784
Source 17.93665300977856 165.186414004257 0.1271833253724337
Result 17.93665300977856 165.186414004257 0.1271833253724337 385.28043405881425
Source 42.74041169172897 100.42950395203538 0.9593537243675202
Result 42.74041169172897 100.42950395203538 0.9593537243675202 253.67805581963168
Source 87.42514396434909 127.69681129856018 0.2327600781096023
Result 87.42514396434909 127.69681129856018 0.2327600781096023 185.19090607433608
Source 56.685700182056344 164.54696726715946 0.9227191773706017
Result 56.685700182056344 164.54696726715946 0.9227191773706017 1174.6760209381848
Source 79.41322664112587 166.93765189208426 0.37629284520926365
Result 79.41322664112587 166.93765189208426 0.37629284520926365 214.17922397513797
Source 4.78119364615166 117.24079412048198 0.6049129729260971
Result 4.78119364615166 117.24079412048198 0.6049129729260971 246.28585228056963
Source 84.75348141391338 127.05279538954144 0.8642159468945008
Result 84.75348141391338 127.05279538954144 0.8642159468945008 93.2126856844531
Source 13.378918962284569 175.87214558491684 0.1002187165513102
Result 13.378918962284569 175.87214558491684 0.1002187165513102 366.68331874111396
Source 56.615536527314845 111.501999326444 0.36538270697236397
Result 56.615536527314845 111.501999326444 0.36538270697236397 126.13897950697032
Source 72.93175341990893 170.9454045490361 0.3637754331808293
Result 72.93175341990893 170.9454045490361 0.3637754331808293 250.0271979055242
Source 94.56057195834863 141.59601971791767 0.8714546071610594
Result 94.56057195834863 141.59601971791767 0.8714546071610594 108.0361289876291
Source 12.036800261100112 171.68736246127577 0.8963625089266846
Result 12.036800261100112 171.68736246127577 0.8963625089266846 625.8601062057895
Source 80.5262094024465 156.24874594790396 0.09143348793546646
Result 80.5262094024465 156.24874594790396 0.09143348793546646 311.5584108598357
Source 45.459453990078615 170.2262200533948 0.1152807665509582
Result 45.459453990078615 170.2262200533948 0.1152807665509582 379.3155798647294
Source 67.11244382061994 193.96201095347084 0.3467430941451365
Result 67.11244382061994 193.96201095347084 0.3467430941451365 268.00550536261295
Source 9.028841621251093 177.886096083295 0.6027360269217079
Result 9.028841621251093 177.886096083295 0.6027360269217079 446.91651202786363
Source 43.55920679200008 123.05869120939056 0.28326614817492246
Result 43.55920679200008 123.05869120939056 0.28326614817492246 171.51781903742378

Source 19.29519527851 112.11262675112742 0.6731312740297766
Result 19.29519527851 112.11262675112742 0.6731312740297766 181.53631488376263
Source 29.806226794291835 111.17970841044033 0.966743211649489
Result 29.806226794291835 111.17970841044033 0.966743211649489 154.6538577238453
Source 20.83981772930682 177.54529990990244 0.9506738428925723
Result 20.83981772930682 177.54529990990244 0.9506738428925723 303.8654651232456
Source 74.02576846070939 150.06059876559064 0.17793971961752952
Result 74.02576846070939 150.06059876559064 0.17793971961752952 166.8887261471038
Source 9.12827449733652 169.7521313114461 0.8987037106694873
Result 9.12827449733652 169.7521313114461 0.8987037106694873 367.50143627839805
Source 54.018915190875646 176.6032208233434 0.9739872172489411
Result 54.018915190875646 176.6032208233434 0.9739872172489411 325.10945176269445
Source 41.79741676787746 155.14233073420968 0.4921493922714294
Result 41.79741676787746 155.14233073420968 0.4921493922714294 5015.761510343894