

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 считывает 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 330.23924220844435  
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 0.733714199888641  
Result 94.55294612390742 138.1900646706232 0.733714199888641 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