МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева»
(Самарский университет)

ОТЧЕТ ПО
ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 5

«Переопределение и использование стандартных функций класса Object»

по курсу
Объектно-ориентированное программирование

Выполнил: Петрухин Роман,
студент группы 6203-010302D

Оглавление

Пункт №1 3
Пункт №2 3-5
Пункт №3 5-8
Пункт №4 8-12

Пункт №1

Реализация данной задачи представлена на рисунке №1. Она полностью соответствует описанию тз.

```java
public static double integral(Function f, double leftX, double rightX, double step) {  7 usages  zhestok1
    if (f.getLeftDomainBorder() > leftX) throw new IllegalArgumentException("Incorrect left border!");
    if (f.getRightDomainBorder() < rightX) throw new IllegalArgumentException("Incorrect right domain border!");
    if (leftX > rightX) throw new IllegalArgumentException("Incorrect function!");
    if (step <= 0) throw new IllegalArgumentException("Step must be greater than 0!");

    if (leftX == rightX)
        return 0;

    double integralValue = 0;
    double currentX = leftX;

    while(currentX < rightX) {
        double nextX = Math.min(currentX + step, rightX); // Отлавливаем промежуток последнего шага, чтобы не вылезти за границы
        double currentStep = nextX - currentX; // Текущий шаг

        double f1 = f.getFunctionValue(currentX);
        double f2 = f.getFunctionValue(nextX);
        integralValue += (f1 + f2) * currentStep / 2.0; // Вычисление интеграла при помощи площадей трапеции

        currentX = nextX;
    }

    return integralValue;

}
}
```

Рисунок 1

Применение функции integral() и сравнение вычислений с теоретическим интегралом от exp на [0,1] представлены на рисунке №2.

```java
Function exp = new Exp();
double theoryIntegral = Math.E - 1; // Значение интеграла от exp на [0,1]

double[] steps = {0.1, 0.01, 0.001, 0.0001 };

System.out.println("Шаг\t\tИнтеграл\t\tПогрешность");
System.out.println("----------------------------------------");

for (double step : steps) {
    double myIntegral = integral(exp, leftX: 0, rightX: 1, step);
    double error = Math.abs(myIntegral - theoryIntegral);

    System.out.printf("%.6f\t%.8f\t%.2e", step, myIntegral, error);

    if (error < 1e-7) {
        System.out.println("  <- Точность достигнута");
        break;
    } else {
        System.out.println();
    }
}
```

Рисунок 2

На рисунке 3 представлен результат поиска шага дискретизации

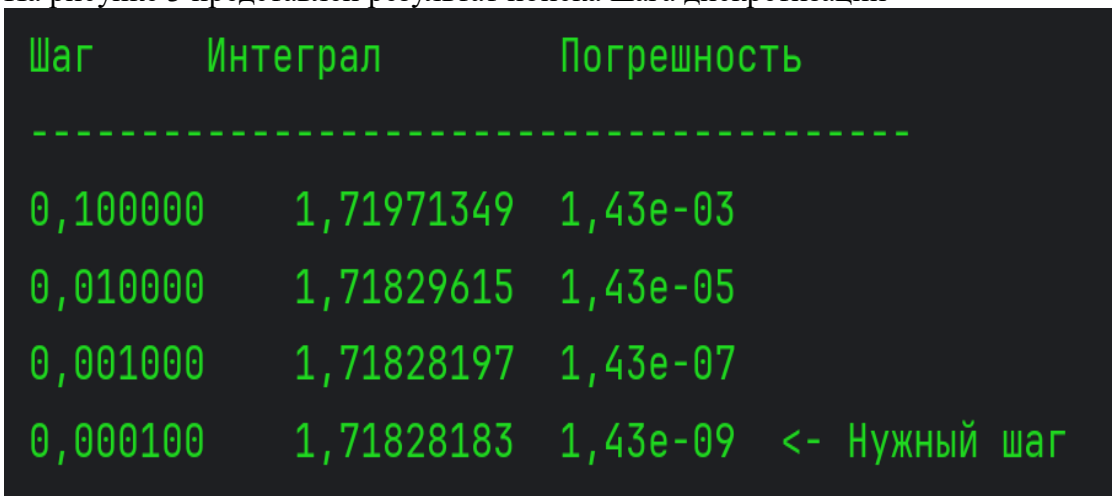


Рисунок 3

Пункт №2

После создания пакета threads я создал класс Task, реализация которого представлена на рисунке №4

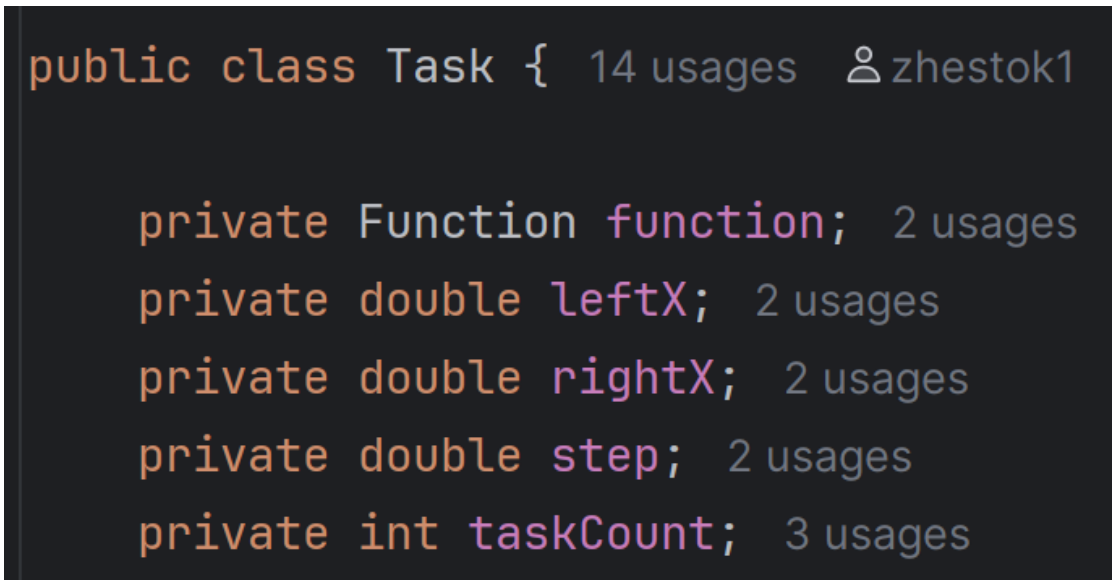


Рисунок 4

Также я создал сеттеры и геттеры для переменных этого класса. На рисунке №5 представлена реализация функции nonThread().

```java
public static void nonThread() {  1 usage   zhestok1
    System.out.println("------------NonThread Выполняется------------");

    Task task = new Task( taskCount: 100);
    for (int i = 0; i < task.getTaskCount(); i++) {
        double logBase = 1 + Math.random() * 9; // [1, 10)
        Function log = new Log(logBase);
        double leftX = Math.random() * 100;
        double rightX = 100 + Math.random() * 100;
        double step = Math.random();

        task.setFunction(log);
        task.setLeftX(leftX);
        task.setRightX(rightX);
        task.setStep(step);

        System.out.println("Source " + "<" + task.getLeftX() + "> " +
                "<" + task.getRightX() + "> " + "<" + task.getStep() + "> ");

        try {
            double integralValue = integral(log, leftX, rightX, step);
            System.out.println("Result " + "<" + task.getLeftX() + "> " +
                    "<" + task.getRightX() + "> " + "<" + task.getStep() + "> " + "<" + integralValue + ">");
        } catch (Exception e) {
            System.out.println("Error!" + e.getMessage());
        }
        System.out.println();
    }
}
```

Рисунок 5

Результат работы функции nonThread представлен на рисунке №6.

```
------------NonThread Выполняется------------
Source <53.91588454315184> <177.34068398715527> <0.6097379731859447>
Result <53.91588454315184> <177.34068398715527> <0.6097379731859447> <283.2884347237962>

Source <52.67294530754769> <110.73050211575327> <0.6933707056187429>
Result <52.67294530754769> <110.73050211575327> <0.6933707056187429> <234.61297042019567>

Source <26.2720951337153> <191.05141305847286> <0.7958831022348586>
Result <26.2720951337153> <191.05141305847286> <0.7958831022348586> <329.246473432046>
```

Рисунок 6

Пункт №3

Реализация классов SimpleGenerator и SimpleIntegrator на рисунках 7-10.

```java
public class SimpleGenerator implements Runnable {  1 usage  zhestok1
    private Task task;  10 usages

    public SimpleGenerator(Task task) {  5 usages  zhestok1
        this.task = task;
    }

    @Override  zhestok1
    public void run() {
        System.out.println(Thread.currentThread().getName() + " запущен");

        for (int i = 0; i < task.getTaskCount(); i++) {
            double logBase = 1 + Math.random() * 9;
            Function log = new Log(logBase);
            double leftX = Math.random() * 100;
            double rightX = 100 + Math.random() * 100;
            double step = Math.random();

            task.setFunction(log);
            task.setLeftX(leftX);
            task.setRightX(rightX);
            task.setStep(step);
```

Рисунок 6

```java
            System.out.println(Thread.currentThread().getName() + " Source "
                    "<" + task.getLeftX() + "> " +
                    "<" + task.getRightX() + "> " +
                    "<" + task.getStep() + "> ");

            // ⭐ ВАЖНО: Добавить задержку! ⭐
            try {
                Thread.sleep( millis: 10); // Даем время Integrator'у
            } catch (InterruptedException e) {
                break;
            }
        }
        task.setEnd(true);
        System.out.println(Thread.currentThread().getName() + " завершен");
    }
```

Рисунок 7

Забегая вперед скажу, что флаг isEnd - метод которым я разрешил проблему ошибки null, которая будет представлена на рисунке 11. Каким образом? Сама ошибка возникала из-за того, что потоки рассинхронизированы и не обеспечивают корректный доступ к данным. В свою же очередь метод isEnd() обеспечивает безопасную проверку достижения конца данных, предотвращая обращение к null-объектам и гарантируя корректность многопоточных операций.

```
public class SimpleIntegrator implements Runnable {  1 usage  zhestok1
    private Task task;  12 usages

    public SimpleIntegrator(Task task) {  5 usages  zhestok1
        this.task = task;
    }

    @Override  zhestok1
    public void run() {
        System.out.println(Thread.currentThread().getName() + " запущен");
        int processed = 0;

        while (!task.isEnd() || processed < task.getTaskCount()) {
            if (task.getFunction() != null) {
                try {
                    double integralValue = integral(task.getFunction(),
                            task.getLeftX(), task.getRightX(), task.getStep());

                    System.out.println(Thread.currentThread().getName() + " Result " +
                            "<" + task.getLeftX() + "> " +
                            "<" + task.getRightX() + "> " +
                            "<" + task.getStep() + "> " +
                            "<" + integralValue + ">");
```

Рисунок 8

```
                processed++;
                task.setFunction(null);

            } catch (Exception e) {
                System.out.println(Thread.currentThread().getName() + " Error: " + e.getMessage());
                processed++;
            }
        }

        try {
            Thread.sleep( millis: 1); // Даем время Generator'у
        } catch (InterruptedException e) {
            break;
        }
    }
    System.out.println(Thread.currentThread().getName() + " завершен. Обработано: " + processed);
}
```

Рисунок 9

Реализация метода simpleThreads() представлена на рисунке 10.

```java
public static void simpleThread() { 1 usage  zhestok1
    System.out.println("========== SimpleThreads Выполняется ==========");

    Task task = new Task( taskCount: 100);

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

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

    try {
        generator.join( millis: 100);
        integrator.join( millis: 100);

    } catch (InterruptedException e) {
        throw new RuntimeException(e);
    }

    System.out.println("========== SimpleThreads Завершен ==========");
}
```

Рисунок 10

Как и писал выше на рисунке №11 представлен результат ошибки NullPointerException. Решение по её исправлению тоже представлено выше.

```
Integrator запущен
Error: Cannot invoke "functions.Function.getLeftDomainBorder()" because "f" is null
Error: Cannot invoke "functions.Function.getLeftDomainBorder()" because "f" is null
Error: Cannot invoke "functions.Function.getLeftDomainBorder()" because "f" is null
Error: Cannot invoke "functions.Function.getLeftDomainBorder()" because "f" is null
Error: Cannot invoke "functions.Function.getLeftDomainBorder()" because "f" is null
Error: Cannot invoke "functions.Function.getLeftDomainBorder()" because "f" is null
Error: Cannot invoke "functions.Function.getLeftDomainBorder()" because "f" is null
Error: Cannot invoke "functions.Function.getLeftDomainBorder()" because "f" is null
Error: Cannot invoke "functions.Function.getLeftDomainBorder()" because "f" is null
Error: Cannot invoke "functions.Function.getLeftDomainBorder()" because "f" is null
Error: Cannot invoke "functions.Function.getLeftDomainBorder()" because "f" is null
Error: Cannot invoke "functions.Function.getLeftDomainBorder()" because "f" is null
Error: Cannot invoke "functions.Function.getLeftDomainBorder()" because "f" is null
Error: Cannot invoke "functions.Function.getLeftDomainBorder()" because "f" is null
Error: Cannot invoke "functions.Function.getLeftDomainBorder()" because "f" is null
Error: Cannot invoke "functions.Function.getLeftDomainBorder()" because "f" is null
Error: Cannot invoke "functions.Function.getLeftDomainBorder()" because "f" is null
```

Рисунок 11

На рисунке 12 представлен результат работы simpleThreads после исправления всех ошибок

```
SimpleGenerator запущен
SimpleIntegrator запущен
SimpleGenerator Source <3.527960296809207> <133.8021867218607> <0.005275256477985435>
SimpleIntegrator Result <3.527960296809207> <133.8021867218607> <0.005275256477985435> <519.3449440499627>
SimpleGenerator Source <52.25651898873438> <153.02910131821162> <0.0641903330171183>
SimpleIntegrator Result <52.25651898873438> <153.02910131821162> <0.0641903330171183> <365.8372722627643>
SimpleGenerator Source <26.592613826793464> <181.2008962329475> <0.05270512858178522>
SimpleIntegrator Result <26.592613826793464> <181.2008962329475> <0.05270512858178522> <351.4754264667905>
SimpleGenerator Source <5.867723399826231> <106.25653950003651> <0.039989468810138984>
SimpleIntegrator Result <5.867723399826231> <106.25653950003651> <0.039989468810138984> <321.88283957955343>
SimpleGenerator Source <35.90720788256213> <193.231827174496> <0.16930125277739805>
SimpleIntegrator Result <35.90720788256213> <193.231827174496> <0.16930125277739805> <408.7007052893893>
```

Рисунок 12

Пункт №4

Реализация классов Generator и Integrator представлено на рисунках 13 - 16.

```java
public class Generator extends Thread {  2 usages  zhestok1
    private Task task;  9 usages
    private Semaphore semaphore;  3 usages

    public Generator(Task task, Semaphore semaphore) {  5 usages  zhestok1
        this.task = task;
        this.semaphore = semaphore;
    }

    @Override  zhestok1
    public void run() {
        System.out.println(getName() + " запущен");

        for (int i = 0; i < task.getTaskCount() && !isInterrupted(); i++) {
            try {
                // Используем tryAcquire с таймаутом
                if (semaphore.tryAcquire( timeout: 100, TimeUnit.MILLISECONDS)) {
                    try {
                        // Проверяем прерывание после захвата семафора
                        if (isInterrupted()) {
                            break;
                        }

                        double logBase = 1 + Math.random() * 9;
                        functions.Function log = new functions.basic.Log(logBase);
                        double leftX = Math.random() * 100;
                        double rightX = 100 + Math.random() * 100;
                        double step = Math.random();

                        task.setFunction(log);
                        task.setLeftX(leftX);
                        task.setRightX(rightX);
                        task.setStep(step);
```

Рисунок 13

```
                    System.out.println(getName() + " Source " +
                            "<" + task.getLeftX() + "> " +
                            "<" + task.getRightX() + "> " +
                            "<" + task.getStep() + "> ");

                } finally {
                    semaphore.release();
                }
            } else {
                // Таймаут - проверяем прерывание
                if (isInterrupted()) {
                    break;
                }
            }
        } catch (InterruptedException e) {
            System.out.println(getName() + " был прерван");
            break;
        } catch (Exception e) {
            System.out.println(getName() + " Error: " + e.getMessage());
        }
    }
    System.out.println(getName() + " завершен");
}
```

Рисунок 14

```
public class Integrator extends Thread {  2 usages  zhestok1
    private Task task;  11 usages
    private Semaphore semaphore;  3 usages

    public Integrator(Task task, Semaphore semaphore) {  5 usages  zhestok1
        this.task = task;
        this.semaphore = semaphore;
    }

    @Override  zhestok1
    public void run() {
        System.out.println(getName() + " запущен");
        int processed = 0;

        while (processed < task.getTaskCount() && !isInterrupted()) {
            try {
                // Используем tryAcquire с таймаутом
                if (semaphore.tryAcquire( timeout: 100, TimeUnit.MILLISECONDS)) {
                    try {
                        // Проверяем прерывание после захвата семафора
                        if (isInterrupted()) {
                            break;
                        }

                        if (task.getFunction() != null) {
                            double integralValue = functions.Functions.integral(
                                    task.getFunction(),
                                    task.getLeftX(),
                                    task.getRightX(),
                                    task.getStep()
                            );
```

Рисунок 15

```
                    System.out.println(getName() + " Result " +
                            "<" + task.getLeftX() + "> " +
                            "<" + task.getRightX() + "> " +
                            "<" + task.getStep() + "> " +
                            "<" + integralValue + ">");

                    processed++;
                    task.setFunction(null);
                }
            } finally {
                semaphore.release();
            }
        } else {
            // Проверяем прерывание
            if (isInterrupted()) {
                break;
            }
        }
    } catch (InterruptedException e) {
        System.out.println(getName() + " был прерван");
        break;
    } catch (Exception e) {
        System.out.println(getName() + " Error: " + e.getMessage());
        processed++; // Увеличиваем счетчик даже при ошибке
    }
}
System.out.println(getName() + " завершен");
}
```

Рисунок 16

Кратенько о семафоре и его методах: Semaphore в Java — это примитив синхронизации, который позволяет ограничить количество потоков, одновременно получающих доступ к общему ресурсу. Он работает на основе счетчика: когда поток запрашивает доступ (acquire()), значение счетчика уменьшается; когда поток освобождает ресурс (release()), счетчик увеличивается. Если счетчик равен нулю, поток блокируется до тех пор, пока другой поток не освободит ресурс.

Реализация метода complicatedThreads() представлена на рисунках 17-18.

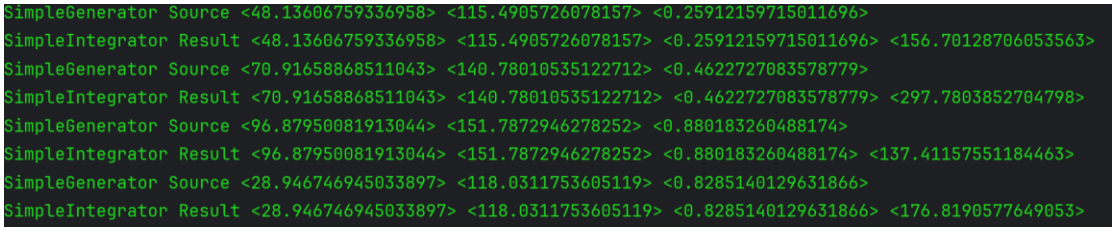
```java
public static void complicatedThreads() {  1 usage  zhestok1
    System.out.println("========== ComplicatedThreads Выполняется ==========");

    Task task = new Task( taskCount: 100);
    Semaphore semaphore = new Semaphore( permits: 1);

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

    // Установка приоритетов (экспериментируем)
    generator.setPriority(Thread.MAX_PRIORITY);     // Высший приоритет
    integrator.setPriority(Thread.NORM_PRIORITY);   // Обычный приоритет

    System.out.println("Приоритет Generator: " + generator.getPriority());
    System.out.println("Приоритет Integrator: " + integrator.getPriority());

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

    // Ждем 50ms и прерываем потоки
    try {
        Thread.sleep( millis: 50);
    } catch (InterruptedException e) {
        e.printStackTrace();
    }
```

Рисунок 17

```java
System.out.println("Прерываем потоки после 50ms...");
generator.interrupt();
integrator.interrupt();

// Ждем завершения потоков после прерывания
try {
    generator.join( millis: 100);
    integrator.join( millis: 100);
} catch (InterruptedException e) {
    System.out.println("Основной поток был прерван");
}

// Проверяем, завершились ли потоки
System.out.println("Generator состояние: " + (generator.isAlive() ? "ЖИВ" : "ЗАВЕРШЕН"));
System.out.println("Integrator состояние: " + (integrator.isAlive() ? "ЖИВ" : "ЗАВЕРШЕН"));

System.out.println("========== ComplicatedThreads Завершен ==========");
```

Рисунок 18

На рисунке 19 представлен кусочек результата выполнения данной функции


SimpleGenerator Source <48.13606759336958> <115.4905726078157> <0.25912159715011696>
SimpleIntegrator Result <48.13606759336958> <115.4905726078157> <0.25912159715011696> <156.70128706053563>
SimpleGenerator Source <70.91658868511043> <140.78010535122712> <0.4622727083578779>
SimpleIntegrator Result <70.91658868511043> <140.78010535122712> <0.4622727083578779> <297.7803852704798>
SimpleGenerator Source <96.87950081913044> <151.7872946278252> <0.880183260488174>
SimpleIntegrator Result <96.87950081913044> <151.7872946278252> <0.880183260488174> <137.41157551184463>
SimpleGenerator Source <28.946746945033897> <118.0311753605119> <0.8285140129631866>
SimpleIntegrator Result <28.946746945033897> <118.0311753605119> <0.8285140129631866> <176.8190577649053>
Рисунок 19