Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра інформатики та програмної інженерії

Звіт

З комп’ютерного практикуму № 3 з дисципліни
«Технології паралельних обчислень»

Виконала студентка ІП-13 Замковий Дмитро Володимирович
(шифр, прізвище, ім'я, по батькові)

Перевірив ст.викл. Дифучин Антон Юрійович
( прізвище, ім'я, по батькові)

Оцінка _____

Дата оцінювання _____

Київ 2024

# Лабораторна робота 3

## Завдання

1. Реалізуйте програмний код, даний у лістингу, та протестуйте його при різних значеннях параметрів. Модифікуйте програму, використовуючи методи управління потоками, так, щоб її робота була завжди коректною. Запропонуйте три різних варіанти управління. **30 балів.**
2. Реалізуйте приклад Producer-Consumer application (див. https://docs.oracle.com/javase/tutorial/essential/concurrency/guardmeth.html ). Модифікуйте масив даних цієї програми, які читаються, у масив чисел заданого розміру (100, 1000 або 5000) та протестуйте програму. Зробіть висновок про правильність роботи програми. **20 балів.**
3. Реалізуйте роботу електронного журналу групи, в якому зберігаються оцінки з однієї дисципліни трьох груп студентів. Кожного тижня лектор і його 3 асистенти виставляють оцінки з дисципліни за 100-бальною шкалою. **40 балів.**
4. Зробіть висновки про використання методів управління потоками в java. **10 балів.**

## Лістинги програми

### Файл task1/AsyncBankTest

```
public class AsyncBankTest {
    public static final int NACCOUNTS = 10;
    public static final int INITIAL_BALANCE = 1_000_000;

    public static void main(String[] args) {
        Bank b = new Bank(NACCOUNTS, INITIAL_BALANCE);

        for (int i = 0; i < NACCOUNTS; i++){
            TransferThread t = new TransferThread(b, i, INITIAL_BALANCE);
            t.setPriority(Thread.NORM_PRIORITY + i % 2);
            t.start();
        }
    }
}
```

### Файл task1/Bank

```
import java.util.Arrays;
import java.util.concurrent.locks.ReentrantLock;

class Bank {
    public static final int NTEST = 1000;
    private final int[] accounts;
    private long NTransacts = 0;
    private final ReentrantLock reentrantLock;

    public Bank(int n, int initialBalance){
        accounts = new int[n];
        Arrays.fill(accounts, initialBalance);
        reentrantLock = new ReentrantLock();
    }
```

```
     public synchronized void transfer(int from, int to, int amount) {
         accounts[from] -= amount;
         accounts[to] += amount;
         NTransacts++;

         if (NTransacts % NTEST == 0)
             test();
     }

//     public void transfer(int from, int to, int amount) {
//         synchronized (this) {
//             accounts[from] -= amount;
//             accounts[to] += amount;
//             NTransacts++;
//         }
//
//         if (NTransacts % NTEST == 0) {
//             test();
//         }
//     }

//     public void transfer(int from, int to, int amount) {
//         reentrantLock.lock();
//         try {
//             accounts[from] -= amount;
//             accounts[to] += amount;
//             NTransacts++;
//
//             if (NTransacts % NTEST == 0) {
//                 test();
//             }
//         } finally {
//             reentrantLock.unlock();
//         }
//     }

    public synchronized void test(){
        int sum = 0;

        for (int account : accounts)
            sum += account;

        System.out.println("Transactions:" + NTransacts + " Sum: " + sum);
    }

    public int size(){
        return accounts.length;
    }
}
```

## Файл task1/TransferThread

```
class TransferThread extends Thread {
    private final Bank bank;
    private final int fromAccount;
    private final int maxAmount;
    private static final int REPS = 1000;

    public TransferThread(Bank b, int from, int max){
        bank = b;
        fromAccount = from;
        maxAmount = max;
```

```
    }

    @Override
    public void run() {
        while (true) {
            for (int i = 0; i < REPS; i++) {
                int toAccount = (int) (bank.size() * Math.random());
                int amount = (int) (maxAmount * Math.random()/REPS);
                bank.transfer(fromAccount, toAccount, amount);
            }
        }
    }
}
```

## Файл task2/Consumer

```
public class Consumer implements Runnable {
    private final Drop drop;
    public Consumer(Drop drop) {
        this.drop = drop;
    }

    public void run() {
        for (int message = drop.take(); message != -1; message = drop.take()) {
            System.out.format("MESSAGE RECEIVED: %d%n", message);

            try {
                Thread.sleep(50);
            } catch (InterruptedException ignored) {}
        }

        System.out.println("DONE");
    }
}
```

## Файл task2/Drop

```
public class Drop {
    private int message;
    private boolean empty = true;
    public synchronized int take() {
        while (empty) {
            try {
                wait();
            } catch (InterruptedException ignored) {}
        }

        empty = true;
        notifyAll();
        return message;
    }

    public synchronized void put(int message) {
        while (!empty) {
            try {
                wait();
            } catch (InterruptedException ignored) {}
        }

        empty = false;
        this.message = message;
        notifyAll();
```

```
    }
}
```

## Файл task2/Main

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        Drop drop = new Drop();

        (new Thread(new Producer(drop))).start();
        (new Thread(new Consumer(drop))).start();
    }
}
```

## Файл task2/Producer

```
public class Producer implements Runnable {
    private final int SIZE = 100;
    private Drop drop;

    public Producer(Drop drop) {
        this.drop = drop;
    }

    public void run() {
        int[] info = new int[SIZE];

        for (int i = 0; i < SIZE; i++) {
            info[i] = i + 1;
        }

        for (int i = 0; i < SIZE; i++) {
            drop.put(info[i]);
            try {
                Thread.sleep(50);
            } catch (InterruptedException ignored) {}
        }

        drop.put(-1);
    }
}
```

## Файл task3/Group

```
import java.util.ArrayList;
import java.util.HashMap;
import java.util.List;

public class Group {
    private final HashMap<Integer, List<Integer>> studentList;
    private final int MAX_STUDENTS;

    public Group(int maxStudents) {
        this.MAX_STUDENTS = maxStudents;
        studentList = new HashMap<>();
        for (int i = 0; i < MAX_STUDENTS; i++) {
            List<Integer> marks = new ArrayList<>();
            studentList.put(i, marks);
        }
    }
```

```
    public synchronized void addMark(Integer student, int mark) {
        List<Integer> studentMarks = studentList.get(student);
        studentMarks.add(mark);
    }

    public List<Integer> getStudents() {
        return studentList.keySet().stream().toList();
    }

    public List<Integer> getMarks(Integer student) {
        return studentList.get(student);
    }
}
```

## Файл task3/Journal

```
import java.util.HashMap;
import java.util.List;
import java.util.Map;

public class Journal {
    private final HashMap<String, Group> groups;

    public Journal(HashMap<String, Integer> students) {
        this.groups = new HashMap<>();

        for (Map.Entry<String, Integer> entry : students.entrySet()) {
            String key = entry.getKey();
            Integer value = entry.getValue();
            this.groups.put(key, new Group(value));
        }
    }

    public void gradeStudent(String groupCode, Integer student, int mark) {
        Group group = groups.get(groupCode);
        group.addMark(student, mark);
    }

    public void printJournal() {
        for (Map.Entry<String, Group> entry : groups.entrySet()) {
            System.out.println("\nGroup " + entry.getKey() + ":");
            System.out.println("**********");
            for (Integer student : entry.getValue().getStudents()) {
                System.out.println("Студент " + student + ": " +
entry.getValue().getMarks(student));
            }
            System.out.println("**********");
        }
    }

    public List<Integer> getStudents(String groupCode) {
        return groups.get(groupCode).getStudents();
    }
}
```

## Файл task3/Main

```
import java.util.HashMap;
import java.util.List;

public class Main {
    public static void main(String[] args) {
```

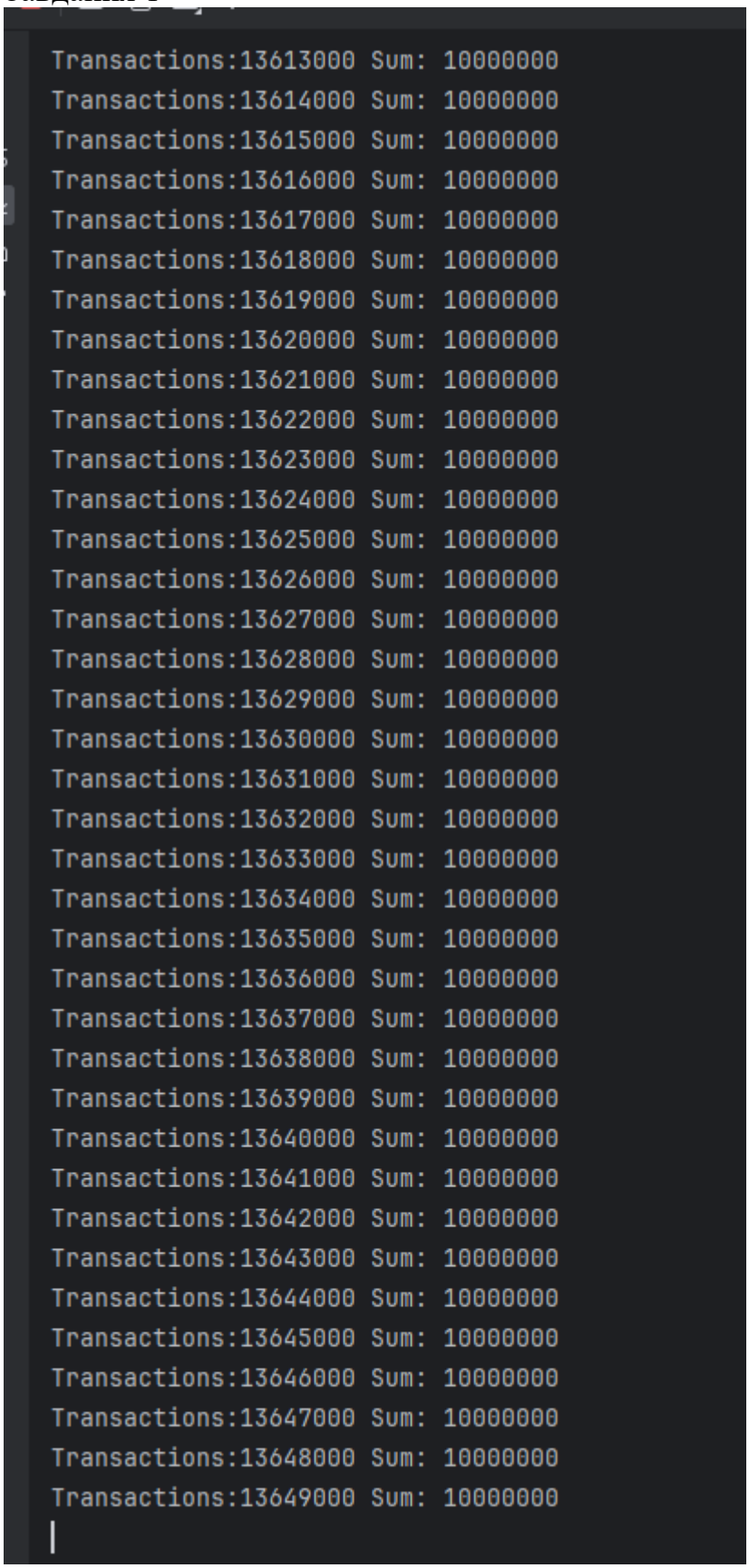
```
        Journal journal = new Journal(new HashMap<>() {{
            put("G-1", 22);
            put("G-2", 27);
            put("G-3", 18);
        }});

        TeacherThread teacherThread1 = new TeacherThread(journal, List.of("G-1",
"G-2", "G-3"), "Lecturer");
        TeacherThread teacherThread2 = new TeacherThread(journal, List.of("G-
1"), "Assistant 1");
        TeacherThread teacherThread3 = new TeacherThread(journal, List.of("G-
2"), "Assistant 2");
        TeacherThread teacherThread4 = new TeacherThread(journal, List.of("G-
3"), "Assistant 3");

        Thread thread1 = new Thread(teacherThread1);
        Thread thread2 = new Thread(teacherThread2);
        Thread thread3 = new Thread(teacherThread3);
        Thread thread4 = new Thread(teacherThread4);

        thread1.setPriority(Thread.MAX_PRIORITY);

        thread1.start();
        thread2.start();
        thread3.start();
        thread4.start();

        journal.printJournal();
    }
}
```

## Файл task3/TeacherThread

```
import java.util.List;

public class TeacherThread implements Runnable {
    private final String name;
    private final Journal journal;
    private final List<String> groupCode;

    public TeacherThread(Journal journal, List<String> groupCode, String name) {
        this.name = name;
        this.journal = journal;
        this.groupCode = groupCode;
    }

    @Override
    public void run() {
        for (int i = 0; i < 5; i++) {
            for (String code : groupCode) {
                for (Integer student : journal.getStudents(code)) {
                    journal.gradeStudent(code, student, (int) (Math.random() *
100));
                }
            }
        }
    }
}
```

## Скріншоти

Завдання 1



Завдання 2

```
MESSAGE RECEIVED: 67
MESSAGE RECEIVED: 68
MESSAGE RECEIVED: 69
MESSAGE RECEIVED: 70
MESSAGE RECEIVED: 71
MESSAGE RECEIVED: 72
MESSAGE RECEIVED: 73
MESSAGE RECEIVED: 74
MESSAGE RECEIVED: 75
MESSAGE RECEIVED: 76
MESSAGE RECEIVED: 77
MESSAGE RECEIVED: 78
MESSAGE RECEIVED: 79
MESSAGE RECEIVED: 80
MESSAGE RECEIVED: 81
MESSAGE RECEIVED: 82
MESSAGE RECEIVED: 83
MESSAGE RECEIVED: 84
MESSAGE RECEIVED: 85
MESSAGE RECEIVED: 86
MESSAGE RECEIVED: 87
MESSAGE RECEIVED: 88
MESSAGE RECEIVED: 89
MESSAGE RECEIVED: 90
MESSAGE RECEIVED: 91
MESSAGE RECEIVED: 92
MESSAGE RECEIVED: 93
MESSAGE RECEIVED: 94
MESSAGE RECEIVED: 95
MESSAGE RECEIVED: 96
MESSAGE RECEIVED: 97
MESSAGE RECEIVED: 98
MESSAGE RECEIVED: 99
MESSAGE RECEIVED: 100
DONE

Process finished with exit code 0
```

Завдання 3

```
C:\Users\Dima\.jdks\openjdk-21.0.2\bin\java.exe "-javaagent:C:\Program F

Group G-1:
**********
Студент 0: [61, 36, 34, 92, 58, 94, 41, 40, 86, 1]
Студент 1: [2, 51, 1, 74, 44, 61, 0, 32, 13, 87]
Студент 2: [46, 70, 62, 35, 22, 29, 15, 89, 35, 26]
Студент 3: [82, 0, 89, 3, 44, 37, 90, 20, 88, 32]
Студент 4: [48, 78, 43, 13, 41, 97, 42, 58, 30, 27]
Студент 5: [34, 18, 87, 81, 98, 23, 7, 77, 46, 6]
Студент 6: [81, 61, 10, 21, 38, 25, 67, 27, 52, 61]
Студент 7: [55, 50, 77, 60, 80, 49, 93, 2, 49, 17]
Студент 8: [80, 44, 99, 11, 4, 45, 34, 31, 86, 48]
Студент 9: [16, 36, 20, 93, 74, 62, 12, 5, 18, 35]
Студент 10: [42, 8, 50, 37, 28, 45, 27, 92, 99, 57]
Студент 11: [37, 21, 65, 14, 22, 27, 48, 38, 30, 73]
Студент 12: [7, 49, 24, 82, 45, 14, 97, 68, 56, 16]
Студент 13: [28, 48, 11, 40, 9, 78, 13, 55, 45, 37]
Студент 14: [45, 5, 96, 83, 33, 57, 10, 73, 71, 67]
Студент 15: [60, 20, 12, 55, 37, 78, 28, 3, 0, 63]
Студент 16: [26, 43, 0, 71, 72, 73, 44, 35, 48, 17]
Студент 17: [73, 87, 9, 8, 93, 82, 82, 9, 40, 7]
Студент 18: [76, 3, 97, 94, 94, 5, 21, 0, 68, 77]
Студент 19: [17, 5, 92, 11, 33, 64, 56, 88, 31, 83]
Студент 20: [63, 10, 40, 69, 60, 91, 63, 98, 90, 9]
Студент 21: [51, 51, 28, 20, 42, 99, 71, 20, 30, 37]
**********

Group G-3:
**********
Студент 0: [63, 81, 46, 24, 25, 36, 37, 25, 52, 14]
Студент 1: [69, 19, 29, 5, 62, 42, 94, 70, 49, 32]
Студент 2: [43, 43, 50, 26, 62, 38, 60, 57, 45, 34]
Студент 3: [83, 74, 0, 82, 11, 89, 39, 21, 72, 68]
Студент 4: [38, 52, 36, 2, 16, 26, 31, 22, 20, 30]
Студент 5: [96, 73, 35, 60, 60, 78, 45, 30, 81, 43]
Студент 6: [5, 70, 64, 26, 52, 41, 5, 38, 48, 79]
Студент 7: [30, 42, 3, 11, 31, 99, 38, 47, 27, 79]
Студент 8: [55, 24, 83, 49, 28, 74, 72, 33, 70, 58]
```

## Висновки

В ході даної лабораторної роботи ми дослідили способи управління потоками і винесли наступні висновки: багатопоточність дозволяє ефективніше використовувати багатоядерні процесори, розділяючи задачі між ядрами; потрібно правильно синхроніззувати код, оскільки різні потоки можуть використовувати одну і ту ж пам’ять одночасно і через це виникають помилки.