

**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»  
Факультет компьютерных наук  
Департамент программной инженерии**

**Микропроект № 1  
по дисциплине  
"Архитектура вычислительных систем"**

**Пояснительная записка**

Исполнитель:  
Студент группы БПИ191  
/ Власюк А. В./  
«13» декабря 2020 г.

**Москва 2020**

## Содержание

1. ВВЕДЕНИЕ.....	6
1.1. Наименование программы.....	6
1.2. Документы, на основании которых ведётся разработка.....	6
1.3. Описание программы .....	6
2. ПРИНЦИПЫ РЕАЛИЗАЦИИ .....	7
2.1. Многопоточность.....	7
2.1.1. Читатель.....	7
2.1.2. Писатель .....	7
2.2. База данных.....	7
2.3. Описание переменных .....	8
2.4. Описание методов.....	8
2.4. Входные данные.....	9
2.5. Выходные данные .....	9
3. ТЕСТИРОВАНИЕ .....	10
3.1. Тест-1 .....	10
3.2. Тест-2 .....	11
3.3. Тест-3 .....	12
4. СПИСОК ИСТОЧНИКОВ .....	13

## **1. ВВЕДЕНИЕ**

### **1.1. Наименование программы**

Наименование программы – «8. Задача о читателях и писателях-2 (грязное чтение)».

### **1.2. Документы, на основании которых ведётся разработка**

Программа выполнена в рамках задания по дисциплине "Архитектура вычислительных систем", в соответствии с учебным планом подготовки бакалавров по направлению 09.03.04 «Программная инженерия», 2 курс 2 модуль.

Основанием для разработки является письмо профессора факультета компьютерных наук Легалова Александра Ивановича от 28.11.20

### **1.3. Описание программы**

Базу данных разделяют два типа потоков – читатели и писатели. Читатели выполняют транзакции, которые просматривают записи базы данных, транзакции писателей и просматривают и изменяют записи. Предполагается, что в начале БД находится в непротиворечивом состоянии (т.е. отношения между данными имеют смысл). Транзакции выполняются в режиме «грязного чтения», то есть процесс-писатель не может получить доступ к БД только в том случае, если ее занял другой процесс-писатель, а процессы-читатели ему не мешают. Создать многопоточное приложение с потоками-писателями и потоками-читателями. Реализовать решение, используя семафоры, и не используя блокировки чтения-записи.

## **2. ПРИНЦИПЫ РЕАЛИЗАЦИИ**

Данная программа представляет собой упрощённую версию задачи о писателях и читателях – регулируются только действия читателей.

### **2.1. Многопоточность**

В программе реализовано 2 типа потоков: писатели и читатели. Они работают с одной базой данных, при этом в один момент с ней может работать сколько угодно читателей, но лишь один писатель.

Для синхронизации работы писателей с базой данных используется семафор с начальным значением 1.

Многопоточность программы реализована с использованием библиотеки pthread.

#### **2.1.1. Читатель**

Читатель выбирает ячейку и считывает её значение, после чего выводит его в консоль. Одновременно с данными могут работать сколько угодно читателей и они никак не мешают писателям, поэтому их работа не синхронизируется.

#### **2.1.2. Писатель**

После выбора ячейки базы данных писатель пытается получить доступ к базе данных, то есть уменьшает значение семафора. Таким образом, если в данный момент ни один из писателей не работает с данными, то данный писатель получает к ним доступ. После изменения данных, (а именно - писатель прибавляет в конец строки данных свой номер), писатель выводит изменения в консоль и увеличивает значение семафора - тогда доступ к базе данных откроется для следующего писателя. Таким образом, работа писателей образована по принципу очереди – FIFO.

### **2.2. База данных**

База данных реализована в виде вектора строк. Изначально в каждой ячейке хранится строка вида “dataIND”, где IND – индекс данной ячейки в векторе, начиная с 1.

### 2.3. Описание переменных

Переменная	Тип	Значение	Смысл
N	unsigned	Натуральное число.	Кол-во итераций чтения/записи каждого потока. Вводится пользователем в консоль.
database	vector<string>	vector<string>(numOfDataCells)	База данных, с которой работают потоки.
numOfDataCells	unsigned	Натуральное число.	Кол-во ячеек базы данных. Вводится пользователем в консоль.
write_semaphore	sem_t	-	Семафор, синхронизирующий работу писателей.
writers	vector<pthread_t>	vector<pthread_t>(numOfThreads)	Вектор потоков-писателей.
readers	vector<pthread_t>	vector<pthread_t>(numOfThreads)	Вектор потоков-читателей.
numOfThreads	unsigned	Натуральное число.	Кол-во потоков читателей и писателей.

### 2.4. Описание методов

Метод	Цель
reader	Реализует работу потока-читателя
writer	Реализует работу потока-писателя.
getUserInput	Получает на ввод от пользователя натуральное число. Проверяет корректность ввода.
main	Инициализирует переменные, запускает работу потоков.

## 2.4. Входные данные

В начале работы программы пользователь вводит три 32-битных положительных числа – numOfDataCells, numOfThreads, N (именно в таком порядке). Перед вводом каждого значения программа выводит в консоль сообщение с просьбой ввода, начинающееся как: “Input a number of ...”. Если пользователь введет некорректное значение, программа завершается.

## 2.5. Выходные данные

В качестве выходных данных служат сообщения, выводимые потоками-писателями и -читателями.

Читатель после каждого прочтения данных выводит сообщение вида: “reader №{1} reads data cell №{2}: ‘{3}’”, где {1} – номер данного читателя, {2} – номер читаемой ячейки базы данных, {3} – считанное значение.

Писатель, во время ожидания доступа к базе данных, выводит сообщение вида: “writer №{1} is trying to access the database...”, где {1} – номер данного писателя. После получения доступа, читатель изменяет данные и выводит сообщение: “writer №{1} has changed data cell №{2} from ‘{3}’ to ‘{4}’”, где {1} – номер данного писателя, {2} – номер изменяемой им ячейки данных, {3} – значение ячейки данных до изменения, {4} – значение после изменения. Затем писатель предоставляет доступ к данным для следующего читателя в очереди и выводит сообщение “writer №{1} has finished working with the data”, где {1} – номер данного писателя.

### 3. ТЕСТИРОВАНИЕ

#### 3.1. Тест-1

Зададим в качестве входных данных 100 ячеек базы данных, 100 читателей и писателей и кол-во итераций каждого читателя и писателя = 5:

```
C:\Users\vlass\source\repos\microProject2\Debug\microProject2.exe
Input a number of data cells:
100
Input a number of readers and writers:
100
Input a number of repetitions:
5
```

Программа успешно обрабатывает:

```
Microsoft Visual Studio Debug Console
writer №79 has changed data cell №78 from 'data785048606232' to 'data78504860623279'
writer №79 has finished working with the data
writer №35 has changed data cell №73 from 'data7310932211' to 'data731093221135'
writer №35 has finished working with the data
writer №80 has changed data cell №53 from 'data538695422642367' to 'data53869542264236780'
writer №80 has finished working with the data
writer №82 has changed data cell №40 from 'data4067367582352' to 'data406736758235282'
writer №82 has finished working with the data
writer №90 has changed data cell №100 from 'data1003439967387' to 'data100343996738790'
writer №90 has finished working with the data
writer №94 has changed data cell №99 from 'data99167012914408396' to 'data9916701291440839694'
writer №94 has finished working with the data
writer №24 has changed data cell №58 from 'data5813' to 'data581324'
writer №24 has finished working with the data
writer №1 has changed data cell №30 from 'data305546' to 'data3055461'
writer №1 has finished working with the data
writer №88 has changed data cell №83 from 'data83729917' to 'data8372991788'
writer №88 has finished working with the data
writer №95 has changed data cell №58 from 'data581324' to 'data58132495'
writer №95 has finished working with the data
writer №25 has changed data cell №12 from 'data12884320' to 'data1288432025'
writer №25 has finished working with the data
writer №74 has changed data cell №73 from 'data731093221135' to 'data73109322113574'
writer №74 has finished working with the data
writer №77 has changed data cell №83 from 'data8372991788' to 'data837299178877'
writer №77 has finished working with the data
writer №85 has changed data cell №98 from 'data982757471197731' to 'data98275747119773185'
writer №85 has finished working with the data
writer №60 has changed data cell №96 from 'data96657205337' to 'data9665720533760'
writer №60 has finished working with the data
writer №92 has changed data cell №50 from 'data50828' to 'data5082892'
writer №92 has finished working with the data
writer №58 has changed data cell №65 from 'data65211655539' to 'data6521165553958'
writer №58 has finished working with the data
writer №22 has changed data cell №54 from 'data54960379841267060' to 'data5496037984126706022'
writer №22 has finished working with the data
writer №100 has changed data cell №73 from 'data73109322113574' to 'data73109322113574100'
writer №100 has finished working with the data
writer №98 has changed data cell №55 from 'data551427413664' to 'data55142741366498'
writer №98 has finished working with the data
writer №43 has changed data cell №3 from 'data3793516452791' to 'data379351645279143'
writer №43 has finished working with the data

C:\Users\vlass\source\repos\microProject2\Debug\microProject2.exe (process 5376) exited with code 0.
Press any key to close this window . . .
```

### 3.2. Тест-2

Сделаем тест попроще: 5 ячеек базы данных, 5 читателей и писателей, по 2 итерации.

```
C:\Users\vlass\source\repos\microProject2\Debug\microProject2.exe
Input a number of data cells:
5
Input a number of readers and writers:
5
Input a number of repetitions:
2
```

Вывод программы:


```
reader №1 reads data cell №3: 'data3'
reader №1 reads data cell №2: 'data2'
writer №1 is trying to access the database...
reader №2 reads data cell №5: 'data5'
reader №2 reads data cell №4: 'data4'
writer №1 has changed data cell №2 from 'data2' to 'data21'
writer №1 has finished working with the data
writer №1 is trying to access the database...
writer №2 is trying to access the database...
reader №5 reads data cell №1: 'data1'
reader №5 reads data cell №3: 'data31'
reader №3 reads data cell №2: 'data21'
reader №3 reads data cell №5: 'data5'
writer №5 is trying to access the database...
writer №1 has changed data cell №3 from 'data3' to 'data31'
writer №1 has finished working with the data
writer №4 is trying to access the database...
writer №3 is trying to access the database...
reader №4 reads data cell №2: 'data21'
reader №4 reads data cell №1: 'data1'
writer №2 has changed data cell №3 from 'data31' to 'data312'
writer №2 has finished working with the data
writer №2 is trying to access the database...
writer №5 has changed data cell №3 from 'data312' to 'data3125'
writer №5 has finished working with the data
writer №5 is trying to access the database...
writer №4 has changed data cell №3 from 'data3125' to 'data31254'
writer №4 has finished working with the data
writer №4 is trying to access the database...
writer №3 has changed data cell №3 from 'data31254' to 'data312543'
writer №3 has finished working with the data
writer №3 is trying to access the database...
writer №2 has changed data cell №1 from 'data1' to 'data12'
writer №2 has finished working with the data
writer №5 has changed data cell №5 from 'data5' to 'data55'
writer №5 has finished working with the data
writer №4 has changed data cell №1 from 'data12' to 'data124'
writer №4 has finished working with the data
writer №3 has changed data cell №5 from 'data55' to 'data553'
writer №3 has finished working with the data

C:\Users\vlass\source\repos\microProject2\Debug\microProject2.exe (process 14956) exited with code 0.
Press any key to close this window . . .
```



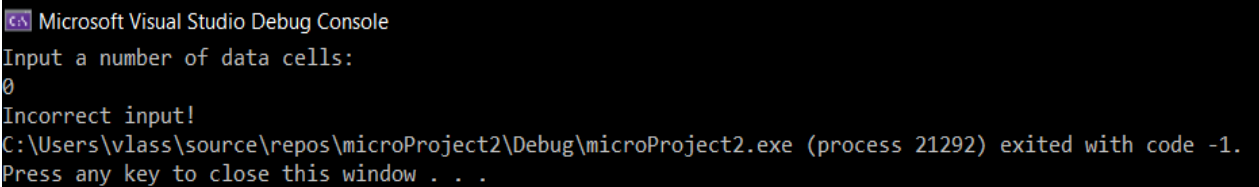
### 3.3. Тест-3

Протестируем программу на некорректных входных данных, попытаемся ввести строку вместо числа:



```
Microsoft Visual Studio Debug Console
Input a number of data cells:
10
Input a number of readers and writers:
asd
Incorrect input!
C:\Users\vlass\source\repos\microProject2\Debug\microProject2.exe (process 9620) exited with code -1.
Press any key to close this window . . .
```

Или неположительное число:



```
Microsoft Visual Studio Debug Console
Input a number of data cells:
0
Incorrect input!
C:\Users\vlass\source\repos\microProject2\Debug\microProject2.exe (process 21292) exited with code -1.
Press any key to close this window . . .
```

Как видно, программа в обоих случаях выводит сообщение о некорректном вводе и завершает работу.

#### 4. СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. [Примеры использования библиотеки pthread](#)
2. [Википедия, статья о семафорах](#)
3. [Википедия, статья о задаче о читателях-писателях](#)
4. [SoftCraft, страница с условием задания](#)
5. [Документация msvc](#)