ОТЧЕТ

о выполнении ИДЗ 4

Вариант 6

Работа на 10 баллов

Выполнила
студентка 2 курса ПИ БПИ228
Гакал Анжелика Сергеевна

Условие задачи варианта 6

> 6. **Задача о читателях и писателях («грязное чтение»).** Базу данных разделяют два типа потоков — читатели и писатели. Читатели периодически просматривают случайные записи базы данных и выводя номер свой номер, индекс записи и ее значение. Писатели изменяют случайные записи на случайное число и также выводят информацию о своем номере, индексе записи, старом значении и новом значении. Предполагается, что в начале БД находится в непротиворечивом состоянии (все числа отсортированы). Каждая отдельная новая запись переводит БД из одного непротиворечивого состояния в другое (то есть, новая сортировка может поменять индексы записей). Транзакции выполняются в режиме «грязного чтения». То есть, процесс–писатель не может получить доступ к БД только в том случае, если ее уже занял другой процесс-писатель, а процессы-читатели ему не мешают обратиться к БД. Поэтому он может изменять базу данных, когда в ней находятся читатели. Создать многопоточное приложение с потоками-писателями и потоками–читателями.

Для разработки программы, описанной в задании, использовалась модель построения многопоточных приложений «Производители и потребители».

Структура разработанной программы

Реализация программы представлена 4 файлами:

- main.cpp,
- multithreading_solution1.h (**основная** реализация программы),
- multithreading_solution2.h (реализация для критерия **на 9 баллов**),
- multithreading_solution3.h (реализация для критерия **на 10 баллов**).

Чтобы вызвать ту или иную реализацию необходимо подключить нужный header файл и в функции main вызвать соответствующую стартовую функцию:

- ✓ start_program_mutex – для multithreading_solution1.h (реализация с использованием мьютексов),
- ✓ start_program_rwlock – для multithreading_solution2.h (реализация с использованием rwlock),
- ✓ start_program_omp – для multithreading_solution3.h (реализация с использованием OpenMP).

Описание сценария работы программы.

1) Вначале программа запрашивает число 1 или 2, где 1 – считывать вариативные параметры из консоли или командной строки, 2 – считать из консоли или командной строки путь к файлу, где прописаны вариативные параметры, и считать их оттуда.
2) Если введено 2, то нужно ввести 4 параметра: количество читателей, количество писателей, размер буфера, путь к файлу, куда будут дублироваться результаты из консоли. Иначе если введено 1, необходимо ввести путь к файлу, где будут прописаны вышеописанные параметры. Если было введено другое значение (не 1 и не 2), то программа выведет сообщение о некорректности данных и программа завершится.
3) Логика реализации заключается в том, чтобы контролировать то, что только один из потоков-писателей получает доступ к буферу, и то, что при выводе в консоль и записи в файл сообщения не будут перебиты разными потоками.

   В основной реализации (файл multithreading_solution1.h), используются мьютексы. mutex_write – для регулирования работы писателей (писатель может записать значение в буфер, если только другие писатели не имеют в нему доступ); mutex_output – для обеспечения корректности записи сообщений в консоль и в файл (чтобы сообщения читателей и писателей не перебивали друг друга)

   В реализации с иными синхропримитивами логика прежняя, но используются rwlock.

   В третьей реализации используются возможности OpenMP. Работа писателей находится в критической секции.

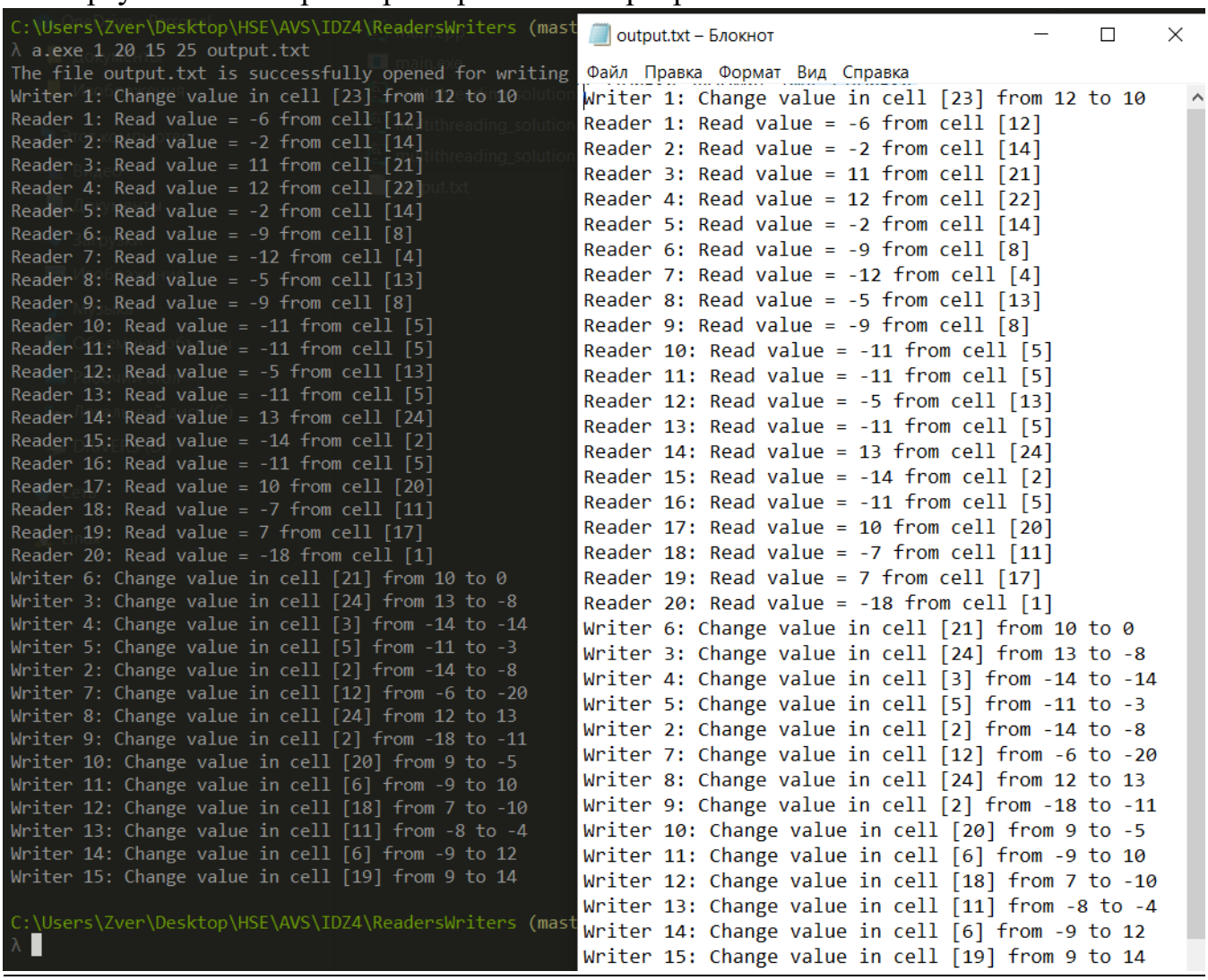
   В условии задачи указано, что данные должны находиться в непротиворечивом состоянии, то есть быть отсортированы. Для этого после того, как какой-либо поток-писатель меняет значение в буфере, выполняется сортировка.

Описание программы, подтверждающее выполнение всех критериев на 10 баллов:

- Для генерации случайных чисел (нужно для генерации индекса элемента, к которому обратится поток, и для генерации самого элемента) используется генератор случайных чисел из равномерного распределения, seed привязан в текущему времени.

```
17  unsigned int seed = std::chrono::system_clock::now().time_since_epoch().count();
18
19  int get_random_int(int min, int max) {
20      std::random_device rd;
21      std::mt19937 gen(rd());
22      std::uniform_int_distribution<int> dist(min, max);
23      return dist(gen);
24  }
```

- Информация о последовательности работы программы выводится не только в консоль, но и записывается в файл, путь в которому указан последним аргументов в параметрах при вызове программы.



- Сценарии ввода необходимых данных из консоли

```
Enter 1 - for reading parameters from the console, 2 - for using values from the config name (then you need to enter path to the config file)
1
Enter number of reader threads
20
Enter number of writer threads
15
Enter the size of buffer
25
Enter the path of the output file
output.txt
The file output.txt is successfully opened for writing
Writer 1: Change value in cell [9] from -6 to -3
Reader 8: Read value = 2 from cell [17]
Reader 15: Read value = 9 from cell [20]
```

```
Enter 1 - for reading parameters from the console, 2 - for using values from the config name (then you need to enter path to the config file)
2
Enter the path to the config file.
7.txt
File 7.txt was opened for reading
The file 4.txt is successfully opened for writing
Writer 1: Change value in cell [8] from 4 to 7
Reader 16: Read value = 9 from cell [14]
Reader 2: Read value = -11 from cell [3]
```

```
Enter 1 - for reading parameters from the console, 2 - for using values from the config name (then you need to enter path to the config file)
3
Incorrect instruction. Enter 1 or 2.

Process finished with exit code 0
```

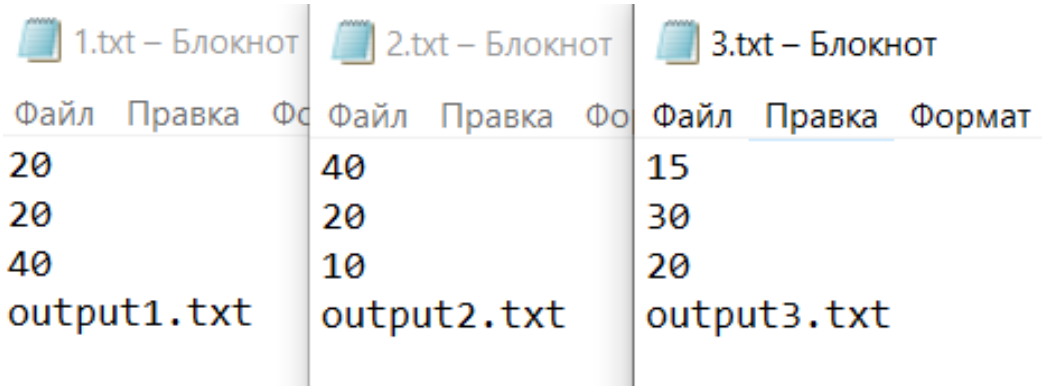
- Также реализован ввод исходных данных из командной строки. Возможные сценарии:

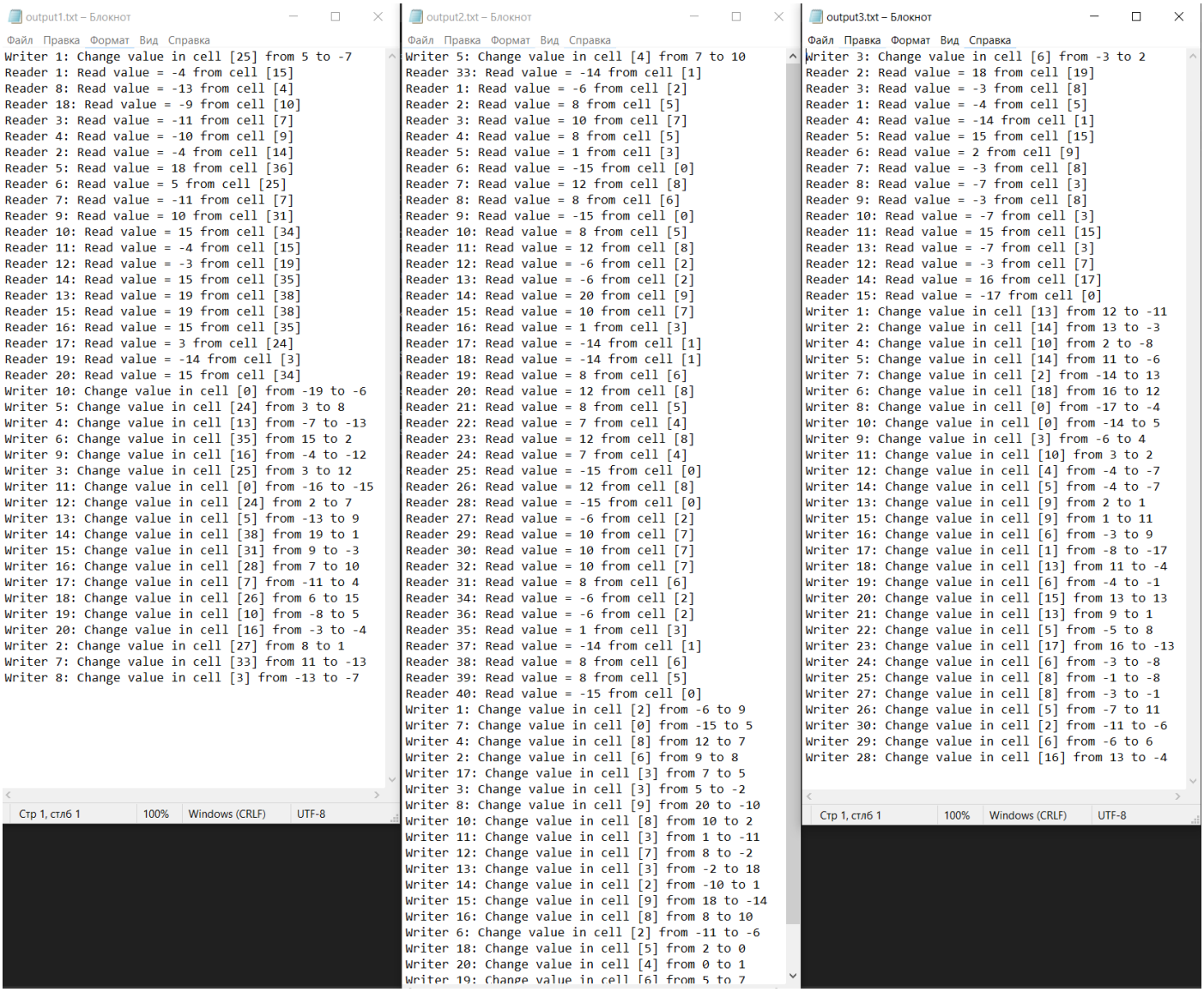
```
C:\Users\Zver\Desktop\HSE\AVS\IDZ4\ReadersWriters (master
λ g++ main.cpp

C:\Users\Zver\Desktop\HSE\AVS\IDZ4\ReadersWriters (master
λ a.exe 1 20 15 25 output.txt
The file output.txt is successfully opened for writing
Writer 1: Change value in cell [10] from 3 to -9
Writer 5: Change value in cell [0] from -17 to 3
```

```
C:\Users\Zver\Desktop\HSE\AVS\IDZ4\ReadersWriters (m
λ a.exe 2 7.txt
File 7.txt was opened for reading
The file 4.txt is successfully opened for writing
Writer 1: Change value in cell [13] from 5 to 5
Reader 6: Read value = -2 from cell [7]
Reader 14: Read value = 9 from cell [18]
```

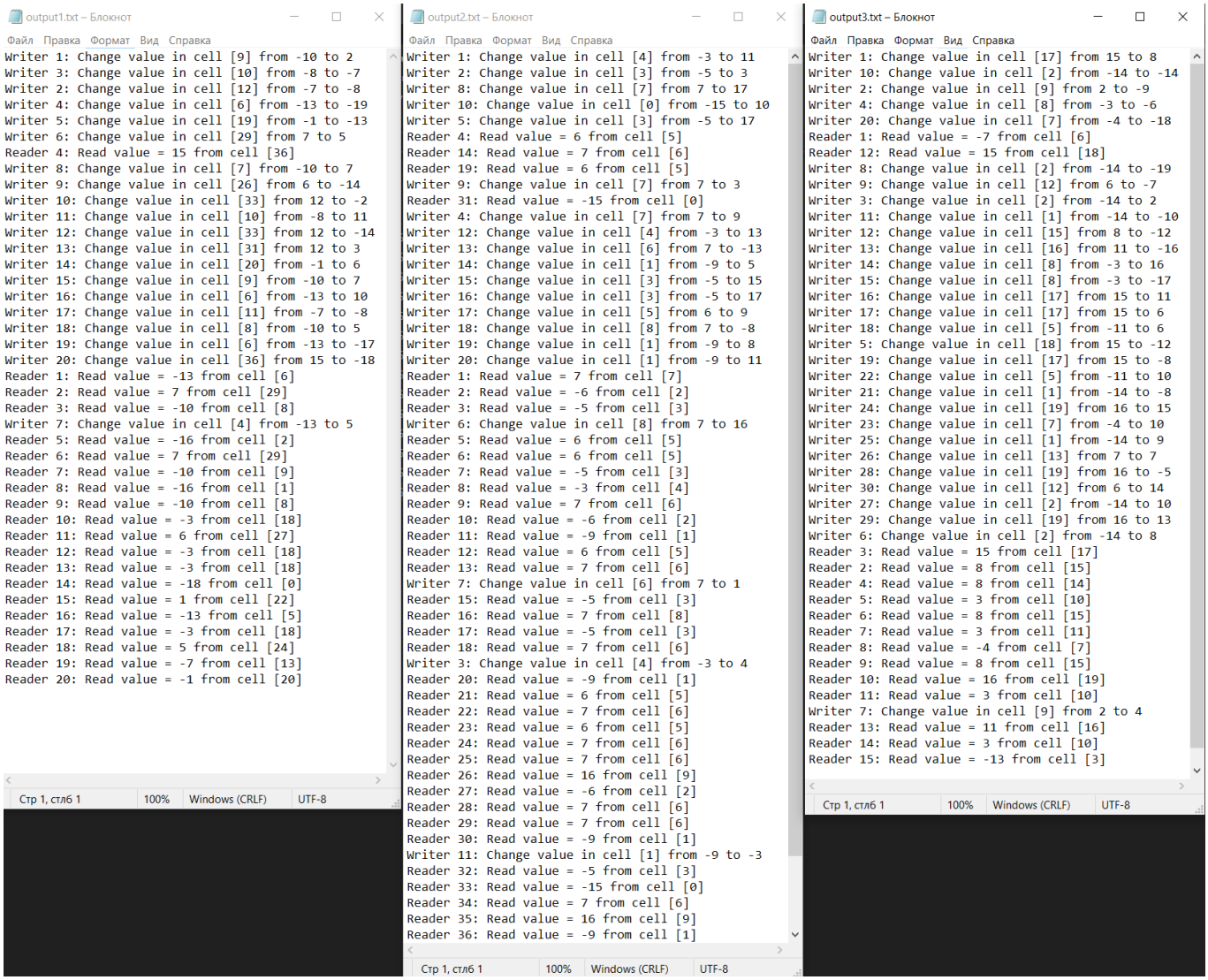
```
C:\Users\Zver\Desktop\HSE\AVS\IDZ4\ReadersWriters (m
λ g++ main.cpp

C:\Users\Zver\Desktop\HSE\AVS\IDZ4\ReadersWriters (m
λ a.exe 3
Incorrect instruction. Enter 1 or 2.
```

- Создано 3 файла с исходными данными: 1.txt, 2.txt, 3.txt. Информация о работе программы с основной первой реализацией на этих данными записана в файлы output1.txt, output2.txt, output3.txt соответственно.





- Лог работы программы на тех же входных данных второй реализации программы (с использованием иных синхропримитивов)



output1.txt – Блокнот

```
Writer 1: Change value in cell [9] from -10 to 2
Writer 3: Change value in cell [10] from -8 to -7
Writer 2: Change value in cell [12] from -7 to -8
Writer 4: Change value in cell [6] from -13 to -19
Writer 5: Change value in cell [19] from -1 to -13
Writer 6: Change value in cell [29] from 7 to 5
Reader 4: Read value = 15 from cell [36]
Writer 8: Change value in cell [7] from -10 to 7
Writer 9: Change value in cell [26] from 6 to -14
Writer 10: Change value in cell [33] from 12 to -2
Writer 11: Change value in cell [10] from -8 to 11
Writer 12: Change value in cell [33] from 12 to -14
Writer 13: Change value in cell [31] from 12 to 3
Writer 14: Change value in cell [20] from -1 to 6
Writer 15: Change value in cell [9] from -10 to 7
Writer 16: Change value in cell [6] from -13 to 10
Writer 17: Change value in cell [11] from -7 to -8
Writer 18: Change value in cell [8] from -10 to 5
Writer 19: Change value in cell [6] from -13 to -17
Writer 20: Change value in cell [36] from 15 to -18
Reader 1: Read value = -13 from cell [6]
Reader 2: Read value = 7 from cell [29]
Reader 3: Read value = -10 from cell [8]
Writer 7: Change value in cell [4] from -13 to 5
Reader 5: Read value = -16 from cell [2]
Reader 6: Read value = 7 from cell [29]
Reader 7: Read value = -10 from cell [9]
Reader 8: Read value = -16 from cell [1]
Reader 9: Read value = -10 from cell [8]
Reader 10: Read value = -3 from cell [18]
Reader 11: Read value = 6 from cell [27]
Reader 12: Read value = -3 from cell [18]
Reader 13: Read value = -3 from cell [18]
Reader 14: Read value = -18 from cell [0]
Reader 15: Read value = 1 from cell [22]
Reader 16: Read value = -13 from cell [5]
Reader 17: Read value = -3 from cell [18]
Reader 18: Read value = 5 from cell [24]
Reader 19: Read value = -7 from cell [13]
Reader 20: Read value = -1 from cell [20]
```

output2.txt – Блокнот

```
Writer 1: Change value in cell [4] from -3 to 11
Writer 2: Change value in cell [3] from -5 to 3
Writer 8: Change value in cell [7] from 7 to 17
Writer 10: Change value in cell [0] from -15 to 10
Writer 5: Change value in cell [3] from -5 to 17
Reader 4: Read value = 6 from cell [5]
Reader 14: Read value = 7 from cell [6]
Reader 19: Read value = 6 from cell [5]
Writer 9: Change value in cell [7] from 7 to 3
Reader 31: Read value = -15 from cell [0]
Writer 4: Change value in cell [7] from 7 to 9
Writer 12: Change value in cell [4] from -3 to 13
Writer 13: Change value in cell [6] from 7 to -13
Writer 14: Change value in cell [1] from -9 to 5
Writer 15: Change value in cell [3] from -5 to 15
Writer 16: Change value in cell [3] from -5 to 17
Writer 17: Change value in cell [5] from 6 to 9
Writer 18: Change value in cell [8] from 7 to -8
Writer 19: Change value in cell [1] from -9 to 8
Writer 20: Change value in cell [1] from -9 to 11
Reader 1: Read value = 7 from cell [7]
Reader 2: Read value = -6 from cell [2]
Reader 3: Read value = -5 from cell [3]
Writer 6: Change value in cell [8] from 7 to 16
Reader 5: Read value = 6 from cell [5]
Reader 6: Read value = 6 from cell [5]
Reader 7: Read value = -5 from cell [3]
Reader 8: Read value = -3 from cell [4]
Reader 9: Read value = 7 from cell [6]
Reader 10: Read value = -6 from cell [2]
Reader 11: Read value = -9 from cell [1]
Reader 12: Read value = 6 from cell [5]
Reader 13: Read value = 7 from cell [6]
Writer 7: Change value in cell [6] from 7 to 1
Reader 15: Read value = -5 from cell [3]
Reader 16: Read value = 7 from cell [8]
Reader 17: Read value = -5 from cell [3]
Reader 18: Read value = 7 from cell [6]
Writer 3: Change value in cell [4] from -3 to 4
Reader 20: Read value = -9 from cell [1]
Reader 21: Read value = 6 from cell [5]
Reader 22: Read value = 7 from cell [6]
Reader 23: Read value = 6 from cell [5]
Reader 24: Read value = 7 from cell [6]
Reader 25: Read value = 7 from cell [6]
Reader 26: Read value = 16 from cell [9]
Reader 27: Read value = -6 from cell [2]
Reader 28: Read value = 7 from cell [6]
Reader 29: Read value = 7 from cell [6]
Reader 30: Read value = -9 from cell [1]
Writer 11: Change value in cell [1] from -9 to -3
Reader 32: Read value = -5 from cell [3]
Reader 33: Read value = -15 from cell [0]
Reader 34: Read value = 7 from cell [6]
Reader 35: Read value = 16 from cell [9]
Reader 36: Read value = -9 from cell [1]
```

output3.txt – Блокнот

```
Writer 1: Change value in cell [17] from 15 to 8
Writer 10: Change value in cell [2] from -14 to -14
Writer 2: Change value in cell [9] from 2 to -9
Writer 4: Change value in cell [8] from -3 to -6
Writer 20: Change value in cell [7] from -4 to -18
Reader 1: Read value = -7 from cell [6]
Reader 12: Read value = 15 from cell [18]
Writer 8: Change value in cell [2] from -14 to -19
Writer 9: Change value in cell [12] from 6 to -7
Writer 3: Change value in cell [2] from -14 to 2
Writer 11: Change value in cell [1] from -14 to -10
Writer 12: Change value in cell [15] from 8 to -12
Writer 13: Change value in cell [16] from 11 to -16
Writer 14: Change value in cell [8] from -3 to 16
Writer 15: Change value in cell [8] from -3 to -17
Writer 16: Change value in cell [17] from 15 to 11
Writer 17: Change value in cell [17] from 15 to 6
Writer 18: Change value in cell [5] from -11 to 6
Writer 5: Change value in cell [18] from 15 to -12
Writer 19: Change value in cell [17] from 15 to -8
Writer 22: Change value in cell [5] from -11 to 10
Writer 21: Change value in cell [1] from -14 to -8
Writer 24: Change value in cell [19] from 16 to 15
Writer 23: Change value in cell [7] from -4 to 10
Writer 25: Change value in cell [1] from -14 to 9
Writer 26: Change value in cell [13] from 7 to 7
Writer 28: Change value in cell [19] from 16 to -5
Writer 30: Change value in cell [12] from 6 to 14
Writer 27: Change value in cell [2] from -14 to 10
Writer 29: Change value in cell [19] from 16 to 13
Writer 6: Change value in cell [2] from -14 to 8
Reader 3: Read value = 15 from cell [17]
Reader 2: Read value = 8 from cell [15]
Reader 4: Read value = 8 from cell [14]
Reader 5: Read value = 3 from cell [10]
Reader 6: Read value = 8 from cell [15]
Reader 7: Read value = 3 from cell [11]
Reader 8: Read value = -4 from cell [7]
Reader 9: Read value = 8 from cell [15]
Reader 10: Read value = 16 from cell [19]
Reader 11: Read value = 3 from cell [10]
Writer 7: Change value in cell [9] from 2 to 4
Reader 13: Read value = 11 from cell [16]
Reader 14: Read value = 3 from cell [10]
Reader 15: Read value = -13 from cell [3]
```

Видно, что с изменением используемых синхропримитивов логика работы программы не изменилось, программа работает корректно, вывод аналогичен приведенному раннее.

- В реализации программы с использованием OpenMP, если omp_get_thread_num() возвращает четное число, то создается поток-писатель, иначе поток писатель.

  Пример работы программы:

```
C:\Users\Zver\Desktop\HSE\AVS\IDZ4\ReadersWriters (master
λ g++ main.cpp -fopenmp

C:\Users\Zver\Desktop\HSE\AVS\IDZ4\ReadersWriters (master
λ a.exe 2 1.txt
File 1.txt was opened for reading
The file output1.txt is successfully opened for writing
Reader 1: Read value = -9 from cell [7]
Reader 31: Read value = 20 from cell [39]
Reader 19: Read value = 9 from cell [32]
Writer 0: Change value in cell [12] from -4 to 0
Writer 8: Change value in cell [23] from 2 to 8
Reader 3: Read value = 10 from cell [33]
Reader 7: Read value = 2 from cell [23]
Reader 23: Read value = 15 from cell [37]
Reader 27: Read value = 2 from cell [23]
Reader 25: Read value = 14 from cell [36]
Reader 35: Read value = -2 from cell [17]
Reader 29: Read value = 18 from cell [38]
Reader 33: Read value = 3 from cell [25]
Reader 9: Read value = 4 from cell [26]
Reader 37: Read value = 0 from cell [21]
Reader 39: Read value = -4 from cell [12]
Reader 5: Read value = -2 from cell [17]
Reader 17: Read value = -6 from cell [9]
Reader 13: Read value = -1 from cell [20]
Reader 15: Read value = -3 from cell [13]
Reader 11: Read value = 3 from cell [25]
Reader 21: Read value = -6 from cell [9]
Writer 34: Change value in cell [33] from 10 to -9
Writer 4: Change value in cell [13] from -3 to -8
Writer 26: Change value in cell [6] from -10 to -5
Writer 16: Change value in cell [25] from 3 to -9
Writer 14: Change value in cell [3] from -12 to 5
Writer 20: Change value in cell [31] from 8 to -6
Writer 2: Change value in cell [4] from -12 to 1
Writer 30: Change value in cell [19] from -1 to -15
Writer 24: Change value in cell [2] from -15 to 1
Writer 22: Change value in cell [22] from 0 to 11
Writer 28: Change value in cell [23] from 1 to -4
Writer 32: Change value in cell [0] from -18 to 7
Writer 36: Change value in cell [21] from 0 to 9
Writer 38: Change value in cell [33] from 11 to 5
Writer 10: Change value in cell [9] from -6 to -2
Writer 18: Change value in cell [31] from 9 to -18
Writer 6: Change value in cell [6] from -9 to 6
Writer 12: Change value in cell [2] from -14 to 3
```