

**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

Факультет компьютерных наук  
Образовательная программа бакалавриата «Программная инженерия»

**МИКРОПРОЕКТ №2**

**по дисциплине «Архитектура вычислительных систем»**

**Пояснительная записка**

Исполнитель:

студент 194 группы 2 подгруппы

Е. А. Ермаченко

10 декабря 2020 г.

**Москва 2020**

## Содержание

<b>1. Текст задания. Вариант 9 .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Семафоры .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Реализация программы .....</b>	<b>4</b>
<b>4. Тестирование программы .....</b>	<b>5</b>
<b>Список использованной литературы .....</b>	<b>9</b>

## **1. Текст задания. Вариант 9**

Задача о читателях и писателях-3 («подтвержденное чтение»).

Базу данных разделяют два типа процессов – 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). Каждая отдельная транзакция переводит БД из одного непротиворечивого состояния в другое. Транзакции выполняются в режиме «подтвержденного чтения», то есть процесс-писатель не может получить доступ к БД в том случае, если ее занял другой процесс-писатель или процесс-читатель. К БД может обратиться одновременно сколько угодно процессов-читателей. Процесс читатель получает доступ к БД, даже если ее занял процесс-писатель. Создать многопоточное приложение с потоками-писателями и потоками-читателями. Реализовать решение, используя семафоры, и не используя блокировки чтения-записи.

## 2. Семафоры

Семафор – это особый тип разделяемой переменной, которая обрабатывается только двумя неделимыми операциями P() и V().

Операция V() используется для сигнализации, что событие произошло, поэтому она увеличивает значение семафора на единицу.

Операция P() приостанавливает поток до момента, когда произойдет некоторое событие, поэтому она, дождавшись, когда значение семафора станет положительным, уменьшает его значение на единицу. Выполнение операции P() не может быть приостановлено.

По умолчанию значение семафора 0, но он может быть проинициализирован любым положительным значением.

После инициализации семафор можно обрабатывать только операциями P() и V(). Каждая из них является неделимым действием с семафором в качестве единственного аргумента:

```
P(s): 0) <await (s>0) s=s-1;>
V(s): <s=s+1>
```

Операция P() гарантирует неотрицательность семафора.

Пусть  $s=1$ . Если два потока одновременно пытаются выполнить операцию P(s), то это удастся только одному из них. Если один поток пытается выполнить операцию V(s), а другой P(s), то они будут обе выполнены, но в непредсказуемом порядке, но  $s$  в конце будет снова равен 1.

Семафоры были придуманы отчасти для решения задачи критической секции, которая в их терминах решается красиво и просто:

```
sem mutex=1; # семафор: mutex = 1 => КС свободна,
              # mutex = 0 => КС занята
process CS [i=1 to n] {
while (true) {
    P(mutex); # протокол входа критическая секция;
    V(mutex); # протокол выхода не критическая секция;
}
}
```

### 3. Реализация программы

Сначала мы создаем семафор для разграничения потоков, инициализируем его 1 (будем использовать подобие двоичного семафора, где 1 – база данных свободна, 0 – база данных занята) и инициализируем базу данных (БД). Затем мы создаем и запускаем  $n$  потоков – писателей и  $n+1$  потоков – читателей, где  $n+1$  – й поток – основной поток. Каждый поток – писатель и поток – читатель действует по своей схеме. Сначала они получают свой номер и начинают свою работу до тех пор, пока программа не прервется.

Поток - писатель:

На каждой итерации поток ждет, пока семафор не будет равен 1, т. е. пока другой поток – писатель или же потоки – читатели не завершат операции над БД, затем он «занимает БД», зануляя семафор и сигнализируя другим потокам – писателям, что БД занята, пишет в случайную ячейку БД случайное значение и «освобождает БД», прибавляя к семафору 1 и сигнализируя другим потокам – писателям, что БД свободна. После проведенной операции поток выводит информацию о своем действии в консоль.

Поток – читатель:

На каждой итерации поток проверяет семафор. Если он равен 0 и БД уже занята другим потоком, то поток просто считывает значение из случайной ячейки БД (так как читатель может получить доступ к БД, даже если ее занял поток – писатель). Если семафор равен 1 и БД еще свободна, то он «занимает БД», зануляя семафор и сигнализируя потокам – писателям, что БД занята, считывает значение из случайной ячейки БД и «освобождает БД», прибавляя к семафору 1 и сигнализируя потокам – писателям, что БД свободна. После проведенной операции поток выводит информацию о своем действии в консоль.

#### **4. Тестирование программы**

Запуск программы осуществляется с помощью командной строки. При вызове программы в командной строке передаются 2 аргумента: количество потоков и размер базы данных, которые являются целыми числами больше нуля. При вводе некорректных значений программа выдает сообщение и завершается. Если пользователь не вводит значения, то используются по умолчанию.

Программа работает до тех пор, пока пользователь сам принудительно не остановит ее.

Примеры работы программы:

```
Консоль отладки Microsoft Visual Studio
Writer 2: Writes value = 41 to cell [67]
Writer 4: Writes value = 41 to cell [67]
Writer 3: Writes value = 41 to cell [67]
Writer 1: Writes value = 41 to cell [67]
Writer 1: Writes value = 34 to cell [0]
Reader 4: Reads value = 41 from cell [41]
Reader 4: Reads value = 41 from cell [67]
Reader 4: Reads value = 34 from cell [34]
Reader 4: Reads value = 34 from cell [0]
Reader 4: Reads value = 69 from cell [69]
Reader 4: Reads value = 69 from cell [24]
Reader 4: Reads value = 78 from cell [78]
Reader 4: Reads value = 58 from cell [58]
Reader 4: Reads value = 62 from cell [62]
Reader 4: Reads value = 64 from cell [64]
Reader 4: Reads value = 5 from cell [5]
Reader 4: Reads value = 45 from cell [45]
Reader 4: Reads value = 81 from cell [81]
Reader 4: Reads value = 27 from cell [27]
Reader 4: Reads value = 61 from cell [61]
Reader 4: Reads value = 91 from cell [91]
Reader 4: Reads value = 95 from cell [95]
Reader 4: Reads value = 42 from cell [42]
Reader 4: Reads value = 27 from cell [27]
Reader 4: Reads value = 36 from cell [36]
Reader 4: Reads value = 91 from cell [91]
Reader 4: Reads value = 4 from cell [4]
Reader 4: Reads value = 2 from cell [2]
Reader 4: Reads value = 53 from cell [53]
Reader 4: Reads value = 92 from cell [92]
Reader 4: Reads value = 82 from cell [82]
Reader 4: Reads value = 21 from cell [21]
Reader 4: Reads value = 16 from cell [16]
Reader 4: Reads value = 18 from cell [18]
Reader 4: Reads value = 95 from cell [95]
Reader 4: Reads value = 47 from cell [47]
Writer 5: Writes value = 41 to cell [67]
Reader 1: Reads value = 41 from cell [41]
Writer 3: Writes value = 34 to cell [0]
Reader 0: Reads value = 41 from cell [41]
Reader 0: Reads value = 41 from cell [67]
Reader 0: Reads value = 34 from cell [34]
Reader 0: Reads value = 34 from cell [0]
Reader 0: Reads value = 69 from cell [69]
Reader 0: Reads value = 69 from cell [24]
Reader 0: Reads value = 78 from cell [78]
Reader 0: Reads value = 58 from cell [58]
Reader 0: Reads value = 62 from cell [62]
Reader 0: Reads value = 64 from cell [64]
Reader 0: Reads value = 5 from cell [5]
Reader 0: Reads value = 45 from cell [45]
Reader 0: Reads value = 81 from cell [81]
Reader 0: Reads value = 27 from cell [27]
Reader 0: Reads value = 61 from cell [61]
Reader 0: Reads value = 91 from cell [91]
Reader 0: Reads value = 95 from cell [95]
Reader 0: Reads value = 42 from cell [42]
Reader 0: Reads value = 27 from cell [27]
Reader 0: Reads value = 36 from cell [36]
Reader 0: Reads value = 91 from cell [91]
Reader 0: Reads value = 4 from cell [4]
Reader 0: Reads value = 2 from cell [2]
Reader 0: Reads value = 53 from cell [53]
Reader 0: Reads value = 92 from cell [92]
Reader 0: Reads value = 82 from cell [82]
Reader 0: Reads value = 21 from cell [21]
Reader 0: Reads value = 16 from cell [16]
Reader 0: Reads value = 18 from cell [18]
Reader 0: Reads value = 95 from cell [95]
Reader 0: Reads value = 47 from cell [47]
Reader 0: Reads value = 26 from cell [26]
Reader 0: Reads value = 71 from cell [71]
Reader 0: Reads value = 38 from cell [38]
Reader 0: Reads value = 69 from cell [69]
Reader 0: Reads value = 12 from cell [12]
```

Рис. 1

```
Консоль отладки Microsoft Visual Studio
Writer 1: Writes value = 41 to cell [67]
Writer 1: Writes value = 34 to cell [0]
Writer 3: Writes value = 41 to cell [67]
Reader 1: Reads value = 41 from cell [41]
Reader 1: Reads value = 41 from cell [67]
Reader 1: Reads value = 34 from cell [34]
Reader 5: Reads value = 41 from cell [41]
Reader 3: Reads value = 41 from cell [41]
Reader 3: Reads value = 41 from cell [67]
Reader 3: Reads value = 34 from cell [34]
Reader 3: Reads value = 34 from cell [0]
Reader 3: Reads value = 69 from cell [69]
Reader 3: Reads value = 69 from cell [24]
Reader 3: Reads value = 78 from cell [78]
Reader 3: Reads value = 58 from cell [58]
Reader 3: Reads value = 62 from cell [62]
Reader 3: Reads value = 64 from cell [64]
Reader 3: Reads value = 5 from cell [5]
Reader 3: Reads value = 45 from cell [45]
Reader 3: Reads value = 81 from cell [81]
Reader 3: Reads value = 27 from cell [27]
Reader 3: Reads value = 61 from cell [61]
Reader 3: Reads value = 91 from cell [91]
Reader 3: Reads value = 95 from cell [95]
Reader 3: Reads value = 42 from cell [42]
Reader 3: Reads value = 27 from cell [27]
Reader 3: Reads value = 36 from cell [36]
Reader 3: Reads value = 91 from cell [91]
Reader 3: Reads value = 4 from cell [4]
Reader 3: Reads value = 2 from cell [2]
Reader 3: Reads value = 53 from cell [53]
Reader 3: Reads value = 92 from cell [92]
Reader 3: Reads value = 82 from cell [82]
Reader 3: Reads value = 21 from cell [21]
Reader 3: Reads value = 16 from cell [16]
Reader 3: Reads value = 18 from cell [18]
Reader 3: Reads value = 95 from cell [95]
Reader 3: Reads value = 47 from cell [47]
Reader 3: Reads value = 26 from cell [26]
Reader 3: Reads value = 71 from cell [71]
Reader 3: Reads value = 38 from cell [38]
Reader 3: Reads value = 69 from cell [69]
Reader 3: Reads value = 12 from cell [12]
Writer 1: Writes value = 69 to cell [24]
Writer 1: Writes value = 78 to cell [58]
Writer 1: Writes value = 62 to cell [64]
Writer 1: Writes value = 5 to cell [45]
Writer 1: Writes value = 81 to cell [27]
Writer 1: Writes value = 61 to cell [91]
Writer 1: Writes value = 95 to cell [42]
Writer 4: Writes value = 41 to cell [67]
Writer 4: Writes value = 34 to cell [0]
Writer 4: Writes value = 69 to cell [24]
Writer 4: Writes value = 78 to cell [58]
Writer 4: Writes value = 62 to cell [64]
Writer 4: Writes value = 5 to cell [45]
Writer 4: Writes value = 81 to cell [27]
Writer 3: Writes value = 34 to cell [0]
Writer 3: Writes value = 69 to cell [24]
Writer 3: Writes value = 78 to cell [58]
Writer 1: Writes value = 27 to cell [36]
Writer 1: Writes value = 91 to cell [4]
Writer 1: Writes value = 2 to cell [53]
Writer 1: Writes value = 92 to cell [82]
Writer 1: Writes value = 21 to cell [16]
Writer 1: Writes value = 18 to cell [95]
Reader 5: Reads value = 41 from cell [67]
Reader 5: Reads value = 34 from cell [34]
Reader 5: Reads value = 34 from cell [0]
Reader 5: Reads value = 69 from cell [69]
Reader 5: Reads value = 69 from cell [24]
Reader 5: Reads value = 78 from cell [78]
Reader 4: Reads value = 41 from cell [41]
Reader 4: Reads value = 41 from cell [67]
Reader 4: Reads value = 34 from cell [34]
```

Рис. 2



```
Консоль отладки Microsoft Visual Studio
Writer 1: Writes value = 41 to cell [67]
Writer 2: Writes value = 41 to cell [67]
Writer 2: Writes value = 34 to cell [0]
Writer 2: Writes value = 69 to cell [24]
Writer 2: Writes value = 78 to cell [58]
Reader 0: Reads value = 41 from cell [41]
Reader 0: Reads value = 41 from cell [67]
Reader 0: Reads value = 34 from cell [34]
Reader 0: Reads value = 34 from cell [0]
Reader 0: Reads value = 69 from cell [69]
Reader 0: Reads value = 69 from cell [24]
Reader 0: Reads value = 78 from cell [78]
Reader 0: Reads value = 78 from cell [58]
Reader 0: Reads value = 62 from cell [62]
Reader 0: Reads value = 62 from cell [64]
Reader 0: Reads value = 5 from cell [5]
Reader 0: Reads value = 45 from cell [45]
Reader 0: Reads value = 81 from cell [81]
Reader 0: Reads value = 27 from cell [27]
Reader 0: Reads value = 61 from cell [61]
Reader 0: Reads value = 91 from cell [91]
Reader 0: Reads value = 95 from cell [95]
Reader 0: Reads value = 42 from cell [42]
Writer 3: Writes value = 41 to cell [67]
Writer 3: Writes value = 34 to cell [0]
Writer 3: Writes value = 69 to cell [24]
Writer 3: Writes value = 78 to cell [58]
Reader 5: Reads value = 41 from cell [41]
Reader 5: Reads value = 41 from cell [67]
Reader 5: Reads value = 34 from cell [34]
Reader 5: Reads value = 34 from cell [0]
Reader 5: Reads value = 69 from cell [69]
Reader 5: Reads value = 69 from cell [24]
Reader 5: Reads value = 78 from cell [78]
Reader 5: Reads value = 78 from cell [58]
Reader 5: Reads value = 62 from cell [62]
Reader 5: Reads value = 62 from cell [64]
Reader 5: Reads value = 5 from cell [5]
Reader 5: Reads value = 45 from cell [45]
Reader 5: Reads value = 81 from cell [81]
Reader 5: Reads value = 27 from cell [27]
Reader 5: Reads value = 61 from cell [61]
Reader 5: Reads value = 91 from cell [91]
Reader 5: Reads value = 95 from cell [95]
Reader 5: Reads value = 42 from cell [42]
Reader 5: Reads value = 27 from cell [27]
Reader 5: Reads value = 36 from cell [36]
Reader 5: Reads value = 91 from cell [91]
Writer 5: Writes value = 41 to cell [67]
Writer 5: Writes value = 34 to cell [0]
Writer 5: Writes value = 69 to cell [24]
Writer 5: Writes value = 78 to cell [58]
Writer 2: Writes value = 62 to cell [64]
Writer 2: Writes value = 5 to cell [45]
Writer 2: Writes value = 81 to cell [27]
Writer 2: Writes value = 61 to cell [91]
Writer 2: Writes value = 95 to cell [42]
Writer 2: Writes value = 27 to cell [36]
Writer 2: Writes value = 91 to cell [4]
Writer 2: Writes value = 2 to cell [53]
Writer 2: Writes value = 92 to cell [82]
Writer 2: Writes value = 21 to cell [16]
Writer 2: Writes value = 18 to cell [95]
Writer 2: Writes value = 47 to cell [26]
Writer 2: Writes value = 71 to cell [38]
Writer 2: Writes value = 69 to cell [12]
Writer 2: Writes value = 67 to cell [99]
Writer 2: Writes value = 35 to cell [94]
Writer 2: Writes value = 3 to cell [11]
Writer 2: Writes value = 22 to cell [33]
Writer 2: Writes value = 73 to cell [64]
Writer 2: Writes value = 41 to cell [11]
Writer 2: Writes value = 53 to cell [68]
Writer 2: Writes value = 47 to cell [44]
```

Рис.3

## **Список использованной литературы**

- 1) Хьюз Камерон. Параллельное и распределенное программирование на C++/ Хьюз Камерон, Хьюз Трейси; пер. Н. М. Ручко. – Москва: Вильямс 2004. – 130 с.
- 2) Карепова Е. Д., Кузьмин Д. А., Легалов А.И., Редькин А. В., Удалова Ю. В., Федоров Г. А. Средства разработки параллельных программ. Учебное пособие. Красноярск 2007