

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

Факультет компьютерных наук
Департамент программной инженерии

**МНОГОПОТОЧНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ.
ВЗАИМВОДЕЙСТВИЕ ПОТОКОВ. МИКРОПРОЕКТ.**

Пояснительная записка

Исполнитель:
Студент группы БПИ191
_____/ Дондик Я.В. /
«12» декабря 2020 г.

Содержание

1. Текст задания.....	3
2. Применяемые расчетные методы	4
2.1. Теория решения задания	4
2.1.1. Общая идея решения задания	4
2.1.2. Входные и выходные данные	4
2.1.3. Особенности при решении задания.....	4
3. Тестирование программы.....	5
3.1.1. Тест 1	5
3.1.2. Тест 2.....	6
3.1.3. Тест 3	7
3.1.4. Тест 4.....	9
4. Список источников.	10

1. Текст задания

Вариант 14. Задача о гостинице-2 (умные клиенты).

В гостинице 10 номеров с ценой 200 рублей, 10 номеров с ценой 400 рублей и 5 номеров с ценой 600 руб.

Клиент, зашедший в гостиницу, обладает некоторой суммой и получает номер по своим финансовым возможностям, если тот свободен. Если среди доступных клиенту номеров нет свободных, клиент уходит искать ночлег в другое место.

Создать многопоточное приложение, моделирующее работу гостиницы.

2. Применяемые расчетные методы

2.1. Теория решения задания

2.1.1. Общая идея решения задания

Разделим задачу на три основных вида потоков:

- 1) Главный поток – создает и контролирует поток «отеля» и потоки «туристов»;
- 2) Поток «Отель» – приглашает клиентов (туристов) к ресепшену, чтобы те попробовали снять номер;
- 3) Поток «Турист» – пытается снять свободный номер согласно своим финансовым возможностям.

Пусть все «туристы» ожидают приглашение от «отеля», а после получения такового, подходят к ресепшену и пытаются арендовать комнату по наибольшей стоимости, которая подходит им по бюджету. Если свободных номеров по этой цене не оказалось, «турист» пытается снять номер подешевле.

Если свободных номеров, за которые «турист» смог бы заплатить, не оказалось, то он разворачивается и уходит прочь (т. е. завершает свою работу и ждет присоединения к главному потоку).

2.1.2. Входные и выходные данные

Входные данные: количество «туристов» (потоков) N , где $N \geq 1$

Выходные данные: логгированный вывод информации, с указанием времени и действия «туриста»

2.1.3. Особенности при решении задания

1. Для работы с блокировкой вывода, исключительного доступа к количеству свободных комнат используются семафоры из библиотеки `semaphore.h`
2. Для работы с приглашениями «туристов» были использованы `condition_variable`, с защитой от «ложных пробуждений»
3. Для удобства визуализации работы программы «туристы» приглашаются с частотой раз в 0.3 сек., а аренда комнаты длится от 5 до 19 сек.
4. Вывод логов в консоль сопровождается меткой времени о произошедшем событии и указанием действия «туриста».
5. Поток «отеля» завершает работу (ожидает присоединения к главному потоку) с того момента, как были приглашены все «туристы»

2.2. Дополнительный функционал программы

3. Тестирование программы

3.1. Проверка программы на тестах

3.1.1. Тест 1

Проверим программу неправильном вводе, а затем попробуем ввести одного туриста:

```
Please, enter number of tourists: -1
Incorrect input. Please, enter your number again: 0
Incorrect input. Please, enter your number again: 1
[19:41:27]      Tourist 0      rent room with 400 R for 13 seconds.      Now 9 left
[19:41:40]      Tourist 0      left his room (for 400 R)              Now 10 left
All tourists tried to rent a room. Shutdown
```

Рисунок 1. Тестирование программы на неправильном вводе

Несложно заметить, что программа принимает количество «туристов» от 1 и более.

Далее «турист» успешно арендует комнату за 400 R и свободных комнат остается 9.

По прошествии 13 секунд, «турист» освобождает комнату и теперь свободных комнат за 400 R становится снова 10.

Программа отработала успешно.

3.1.2. Тест 2

Проверим программу на тесте с пятью «туристами» (рис. 2):

```
Please, enter number of tourists: 5
[20:59:37]    Tourist 1    rent room with 200 R for 15 seconds.    Now 9 left
[20:59:37]    Tourist 3    rent room with 200 R for 6 seconds.    Now 8 left
[20:59:38]    Tourist 4    rent room with 600 R for 13 seconds.    Now 4 left
[20:59:38]    Tourist 0    rent room with 400 R for 15 seconds.    Now 9 left
[20:59:38]    Tourist 2    rent room with 400 R for 6 seconds.    Now 8 left
[20:59:43]    Tourist 3    left his room (for 200 R)    Now 9 left
[20:59:44]    Tourist 2    left his room (for 400 R)    Now 9 left
[20:59:51]    Tourist 4    left his room (for 600 R)    Now 5 left
[20:59:52]    Tourist 1    left his room (for 200 R)    Now 10 left
[20:59:53]    Tourist 0    left his room (for 400 R)    Now 10 left

All tourists tried to rent a room. Shutdown
```

Рисунок 2. Тестирование программы на пяти туристах

Несложно заметить, что у всех туристов хватило денег на какой-нибудь свободный номер. Аренда и освобождение комнаты на временных метках соответствует планируемому количеству секунд аренды комнаты (рис. 3).

Также, счетчик свободных комнат соответствующей стоимости увеличивается и уменьшается, когда комната арендуется и освобождается (рис. 3).

```
Please, enter number of tourists: 5
[20:59:37]    Tourist 1    rent room with 200 R for 15 seconds.    Now 9 left
[20:59:37]    Tourist 3    rent room with 200 R for 6 seconds.    Now 8 left
[20:59:38]    Tourist 4    rent room with 600 R for 13 seconds.    Now 4 left
[20:59:38]    Tourist 0    rent room with 400 R for 15 seconds.    Now 9 left
[20:59:38]    Tourist 2    rent room with 400 R for 6 seconds.    Now 8 left
[20:59:43]    Tourist 3    left his room (for 200 R)    Now 9 left
[20:59:44]    Tourist 2    left his room (for 400 R)    Now 9 left
[20:59:51]    Tourist 4    left his room (for 600 R)    Now 5 left
[20:59:52]    Tourist 1    left his room (for 200 R)    Now 10 left
[20:59:53]    Tourist 0    left his room (for 400 R)    Now 10 left

All tourists tried to rent a room. Shutdown
```

Рисунок 3. Верное освобождение комнат соответствующих стоимостей

Программа отработала успешно.

3.1.3. Тест 3

Проверим программу на 35 «туристах», чтобы все комнаты были заняты в один определенный момент:

```

Please, enter number of tourists: 35
[21:20:09] Tourist 0 rent room with 600 R for 15 seconds. Now 4 left
[21:20:10] Tourist 2 rent room with 600 R for 9 seconds. Now 3 left
[21:20:10] Tourist 1 went away, because he didn't find free room. (He had 168 R)
[21:20:10] Tourist 3 rent room with 600 R for 13 seconds. Now 2 left
[21:20:11] Tourist 4 rent room with 600 R for 19 seconds. Now 1 left
[21:20:11] Tourist 5 rent room with 200 R for 8 seconds. Now 9 left
[21:20:11] Tourist 6 rent room with 600 R for 11 seconds. Now 0 left
[21:20:11] Tourist 7 rent room with 400 R for 14 seconds. Now 9 left
[21:20:12] Tourist 8 rent room with 200 R for 6 seconds. Now 8 left
[21:20:12] Tourist 9 rent room with 400 R for 9 seconds. Now 8 left
[21:20:12] Tourist 11 rent room with 400 R for 15 seconds. Now 7 left
[21:20:13] Tourist 10 rent room with 400 R for 15 seconds. Now 6 left
[21:20:13] Tourist 12 rent room with 400 R for 7 seconds. Now 5 left
[21:20:13] Tourist 13 rent room with 400 R for 10 seconds. Now 4 left
[21:20:14] Tourist 14 rent room with 200 R for 17 seconds. Now 7 left
[21:20:14] Tourist 15 rent room with 400 R for 5 seconds. Now 3 left
[21:20:14] Tourist 16 rent room with 400 R for 8 seconds. Now 2 left
[21:20:14] Tourist 17 rent room with 400 R for 12 seconds. Now 1 left
[21:20:15] Tourist 18 rent room with 400 R for 18 seconds. Now 0 left
[21:20:15] Tourist 19 rent room with 200 R for 6 seconds. Now 6 left
[21:20:15] Tourist 20 rent room with 200 R for 10 seconds. Now 5 left
[21:20:16] Tourist 21 rent room with 200 R for 16 seconds. Now 4 left
[21:20:16] Tourist 22 rent room with 200 R for 19 seconds. Now 3 left
[21:20:16] Tourist 23 rent room with 200 R for 8 seconds. Now 2 left
[21:20:17] Tourist 25 rent room with 200 R for 17 seconds. Now 1 left
[21:20:17] Tourist 24 rent room with 200 R for 14 seconds. Now 0 left
[21:20:17] Tourist 26 went away, because he didn't find free room. (He had 394 R)
[21:20:17] Tourist 27 went away, because he didn't find free room. (He had 777 R)

```

Рисунок 4. Тестирование программы на тексте (с пробелами)

Tourist 1 ушел, т.к. у него не хватало денег даже на самый дешевый номер (200 R). Постепенно все комнаты разных стоимостей были заняты и к времени [21:20:17] не осталось свободных номеров, поэтому Tourist 26 и Tourist 27 развернулись и ушли, хотя у них хватало денег.

```

[21:20:18] Tourist 8 left his room (for 200 R) Now 1 left
[21:20:18] Tourist 28 rent room with 200 R for 16 seconds. Now 0 left
[21:20:18] Tourist 29 went away, because he didn't find free room. (He had 839 R)
[21:20:18] Tourist 30 went away, because he didn't find free room. (He had 298 R)
[21:20:19] Tourist 2 left his room (for 600 R) Now 1 left
[21:20:19] Tourist 31 went away, because he didn't find free room. (He had 502 R)
[21:20:19] Tourist 5 left his room (for 200 R) Now 1 left
[21:20:19] Tourist 15 left his room (for 400 R) Now 1 left
[21:20:19] Tourist 32 went away, because he didn't find free room. (He had 154 R)
[21:20:19] Tourist 33 rent room with 400 R for 5 seconds. Now 0 left
[21:20:20] Tourist 34 rent room with 600 R for 12 seconds. Now 0 left
[21:20:20] Tourist 12 left his room (for 400 R) Now 1 left
[21:20:21] Tourist 9 left his room (for 400 R) Now 2 left
[21:20:21] Tourist 19 left his room (for 200 R) Now 2 left
[21:20:22] Tourist 6 left his room (for 600 R) Now 1 left
[21:20:22] Tourist 16 left his room (for 400 R) Now 3 left
[21:20:23] Tourist 3 left his room (for 600 R) Now 2 left
[21:20:23] Tourist 13 left his room (for 400 R) Now 4 left
[21:20:24] Tourist 23 left his room (for 200 R) Now 3 left
[21:20:24] Tourist 33 left his room (for 400 R) Now 5 left
[21:20:24] Tourist 0 left his room (for 600 R) Now 3 left
[21:20:25] Tourist 20 left his room (for 200 R) Now 4 left
[21:20:25] Tourist 7 left his room (for 400 R) Now 6 left
[21:20:26] Tourist 17 left his room (for 400 R) Now 7 left
[21:20:27] Tourist 11 left his room (for 400 R) Now 8 left
[21:20:28] Tourist 10 left his room (for 400 R) Now 9 left
[21:20:30] Tourist 4 left his room (for 600 R) Now 4 left
[21:20:31] Tourist 14 left his room (for 200 R) Now 5 left
[21:20:31] Tourist 24 left his room (for 200 R) Now 6 left
[21:20:32] Tourist 34 left his room (for 600 R) Now 5 left
[21:20:32] Tourist 21 left his room (for 200 R) Now 7 left
[21:20:33] Tourist 18 left his room (for 400 R) Now 10 left
[21:20:34] Tourist 25 left his room (for 200 R) Now 8 left
[21:20:34] Tourist 28 left his room (for 200 R) Now 9 left
[21:20:35] Tourist 22 left his room (for 200 R) Now 10 left
All tourists tried to rent a room. Shutdown

```

Рисунок 5. Завершение работы программы

Далее нехватка мест продолжилась и «туристам» 29, 30 и 31 пришлось уйти примерно в [21:20:18], хотя у них хватало финансов на самый дешевый номер.

Tourist 32 не смог арендовать номер в [21:20:19] по причине нехватки финансов на самый дешевый номер (он имел 154/200 R).

После обработки всех 35-ти туристов отелем, они потихоньку освобождают номера.

После освобождения номера «туристом» 22 (самым последним), программа завершает работу.

Программа отработала успешно.

3.1.4. Тест 4

Проверим программу на работу с сотней «туристов» (рис. 6):

```
Please, enter number of tourists: 100
[21:48:55] Tourist 0 rent room with 200 R for 11 seconds. Now 9 left
[21:48:55] Tourist 1 rent room with 600 R for 14 seconds. Now 4 left
[21:48:55] Tourist 2 rent room with 400 R for 18 seconds. Now 9 left
[21:48:56] Tourist 3 rent room with 600 R for 9 seconds. Now 3 left
[21:48:56] Tourist 33 rent room with 200 R for 17 seconds. Now 8 left
[21:48:56] Tourist 5 rent room with 200 R for 16 seconds. Now 7 left
[21:48:56] Tourist 6 rent room with 400 R for 19 seconds. Now 8 left
[21:48:57] Tourist 7 rent room with 200 R for 10 seconds. Now 6 left
[21:48:57] Tourist 8 went away, because he didn't find free room. (He had 166 R)
[21:48:57] Tourist 9 rent room with 200 R for 17 seconds. Now 5 left
[21:48:58] Tourist 36 rent room with 400 R for 18 seconds. Now 7 left
[21:48:58] Tourist 11 rent room with 600 R for 12 seconds. Now 2 left
[21:48:58] Tourist 12 rent room with 600 R for 15 seconds. Now 1 left
[21:48:59] Tourist 13 rent room with 400 R for 7 seconds. Now 6 left
[21:48:59] Tourist 14 rent room with 600 R for 10 seconds. Now 0 left
[21:48:59] Tourist 39 rent room with 400 R for 16 seconds. Now 5 left
[21:48:59] Tourist 16 rent room with 200 R for 16 seconds. Now 4 left
[21:49:00] Tourist 17 rent room with 400 R for 8 seconds. Now 4 left
[21:49:00] Tourist 19 rent room with 200 R for 14 seconds. Now 3 left
[21:49:00] Tourist 18 rent room with 400 R for 11 seconds. Now 3 left
[21:49:01] Tourist 20 rent room with 200 R for 6 seconds. Now 2 left
[21:49:01] Tourist 21 rent room with 400 R for 9 seconds. Now 2 left
[21:49:01] Tourist 22 rent room with 200 R for 13 seconds. Now 1 left
[21:49:02] Tourist 23 rent room with 400 R for 19 seconds. Now 1 left
[21:49:02] Tourist 45 rent room with 200 R for 16 seconds. Now 0 left
[21:49:02] Tourist 25 went away, because he didn't find free room. (He had 391 R)
[21:49:02] Tourist 26 rent room with 400 R for 14 seconds. Now 0 left
[21:49:03] Tourist 47 went away, because he didn't find free room. (He had 534 R)
[21:49:03] Tourist 28 went away, because he didn't find free room. (He had 536 R)
[21:49:03] Tourist 29 went away, because he didn't find free room. (He had 636 R)
[21:49:04] Tourist 30 went away, because he didn't find free room. (He had 186 R)
[21:49:04] Tourist 31 went away, because he didn't find free room. (He had 583 R)
[21:49:04] Tourist 32 went away, because he didn't find free room. (He had 579 R)
[21:49:05] Tourist 3 left his room (for 600 R) Now 1 left
[21:49:05] Tourist 4 rent room with 600 R for 12 seconds. Now 0 left
[21:49:05] Tourist 34 went away, because he didn't find free room. (He had 343 R)
[21:49:05] Tourist 35 went away, because he didn't find free room. (He had 812 R)
[21:49:05] Tourist 10 went away, because he didn't find free room. (He had 225 R)
```

Рисунок 6. Тестирование программы на сотне «туристов».

Довольно быстро не осталось свободных номеров, и очень многие туристы развернулись и ушли, хотя у них были финансы чтобы оформить номера.

В конце концов, все туристы были обработаны (кто-то смог получить номер, кто-то нет), и перед завершением программы видно, что все туристы уже покинули отель и все номера стали свободными (рис. 7):

```
[21:49:40] Tourist 90 left his room (for 200 R) Now 10 left
[21:49:42] Tourist 97 left his room (for 400 R) Now 10 left
[21:49:42] Tourist 94 left his room (for 600 R) Now 5 left

All tourists tried to rent a room. Shutdown
```

Рисунок 7. Корректное завершение работы отеля.

Программа отработала успешно.

4. Список источников.

1. Документация по conditional_variable [Электронный ресурс] // MSDN: [сайт]. [2020]. URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/cpp/standard-library/condition-variable-class?view=msvc-160&viewFallbackFrom=vs-2019>, режим доступа: свободный, дата обращения: 13.12.2020
2. Условия выполнения задания, сайт дисциплины [Электронный ресурс] // SoftCraft: [сайт]. [2020]. URL: <http://softcraft.ru/edu/comparch/tasks/mp02/>, режим доступа: свободный, дата обращения: 13.12.2020
3. Работа с семафорами [Электронный ресурс] // LearnC- обучающий сайт: [сайт]. [2020]. URL: https://learnc.info/c/pthreads_semaphores.html, режим доступа: свободный, дата обращения: 13.12.2020
4. Работа с условными переменным [Электронный ресурс] // Уголок системного программиста: [сайт]. [2020]. URL: <https://habr.com/ru/post/182610/>, режим доступа: свободный, дата обращения: 13.12.2020