

Task #2 Shop Simulation

Report 09.12.17

Гончаренко Д.А. | 320 влк | 2017

Содержание отчета	
1. Поставленная задача	3
2. Решение shop.ru	3
2.1 Запуск симуляции	3
2.2 Конфигурация компьютера	3
3. Симуляция	4
4. Интерактивность	4
5. Результат	4
5.1 График 1: Количество людей в очередях/время	5
5.2 График 2: Длина очереди/время	6
5.3 График 3: Количество покупателей/время	6
5.4 График 4: Количество покупок/время	7
6. Вывод	9

1. Поставленная задача

№5 Моделирование работы магазина самообслуживания

Покупатель входит в магазин (интервал времени между входящими — случайная величина с распределением D_enter), набирает в тележку n_i единиц товара (распределение D_num), тратя на это время t_i (распределение D_time , среднее зависит от n_i), и встаёт в очередь к одной из касс. Общее число касс k . Время обслуживания покупателя в кассе задаётся случайной величиной с распределением D_pay , среднее значение зависит от числа покупок. Правила выбора кассы могут быть различными (см. ниже).

Требуется построить модель, отражающую состояние очередей к кассам и общее число покупателей в торговом зале. Задать распределения D_enter , D_num , D_time , D_pay на основе интуитивных предположений и/или наблюдений, задать параметры распределений (по согласованию с преподавателем).

Провести серию экспериментов с моделью и определить зависимость среднего времени ожидания покупателя в очереди к кассе от числа касс и правил выбора кассы.

Выбор кассы (выбор):

покупатель случайно выбирает кассу (задать распределение);

покупатель идет к кассе с очередью наименьшей длины (в людях);

есть кассы для числа покупок «не более чем»;

покупатели строго следуют указанному ограничению; (предусмотреть исследование числа таких касс)

2. Решение shop.py

Программа написанная на Питоне решающая поставленную задачу.

Я использовал библиотеку симуляции интерактивных процессов SimPy и систему построения графиков matplotlib для вывода зависимостей выходных данных, с различными входными. Файл shop.py приложен к отчету.

2.1 Запуск симуляции

```
$ python3 shop.py
```

2.2 Конфигурация компьютера

Operating System: Ubuntu 16.04

System Manufacturer: Acer

System Model: Aspire S5-371

BIOS: V1.02

Processor: Intel(R) Core(TM) i5-6200U CPU @ 2.30GHz (4 CPUs), ~2.3GHz

Memory: 8192MB RAM 1600Mhz

3. Симуляция

Я выбрал не круглосуточную модель работы магазина, чтобы получить конечный результат за день работы, и приблизить его к реальным данным, также такая модель мне кажется более интересной с точки зрения реализации.

Магазин открывается в 6:00. Покупатели выбирают необходимые им товары и проходят на кассу, где выбирают минимальную очередь. В 22:00 магазин прекращает принимать клиентов. За 20 минут до закрытия по громкой связи магазин сообщает всем присутствующим о этом, покупателям предлагается пройти на кассу для оплаты покупок.

Магазин закрывается в 23:00. Если же внутри остались люди, которые все еще оплачивают покупки, то магазин не закроется до тех пор пока всех не обслужит. Я посчитал такое поведение максимально реалистичным - магазины не запирают покупателей на ночь и не выгоняют их с неоплаченным товаром.

По моему мнению, предложенная модель максимально близко отражает реальное положение дел.

4. Интерактивность

Модель полностью интерактивная, любые значения можно менять и смотреть на полученный результат, пошаговый консольный вывод и подробные графики.

Ниже представлены значения модели по умолчанию. Измерение для большей точности происходит в секундах.

```
# You can change constants
SHOP_OPEN_TIME = 6*3600 # Shop opens at 6:00 AM
SHOP_CLOSE_TIME = 23*3600 # Shop closes at 11:00 PM
ANNOUNCE_CLOSE = 20*60 # The shop announces closing 20 minutes before
AVG_ENTER_TIME = 15 # A customer enters every ~15 seconds
AVG_BUYS_NUBMER = 10 # A customer buys ~10 goods
NUM_TERMINAL = 3 # Number of pay terminals in the shop
```

С некоторыми очевидными ограничениями:

```
SHOP_OPEN_TIME < SHOP_CLOSE_TIME
ANNOUNCE_CLOSE < SHOP_CLOSE_TIME - SHOP_OPEN_TIME
```

Все значения, конечно, положительны.

5. Результат

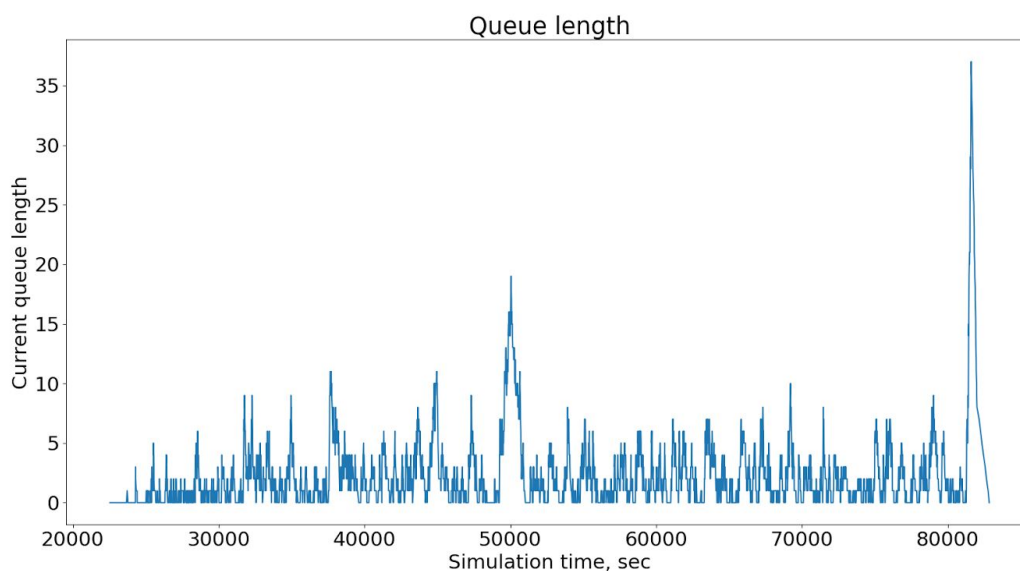
Для большей наглядности в конце дня выводится несколько графиков зависимостей.

По ним не составляет труда понять продуктивность той или иной конфигурации.

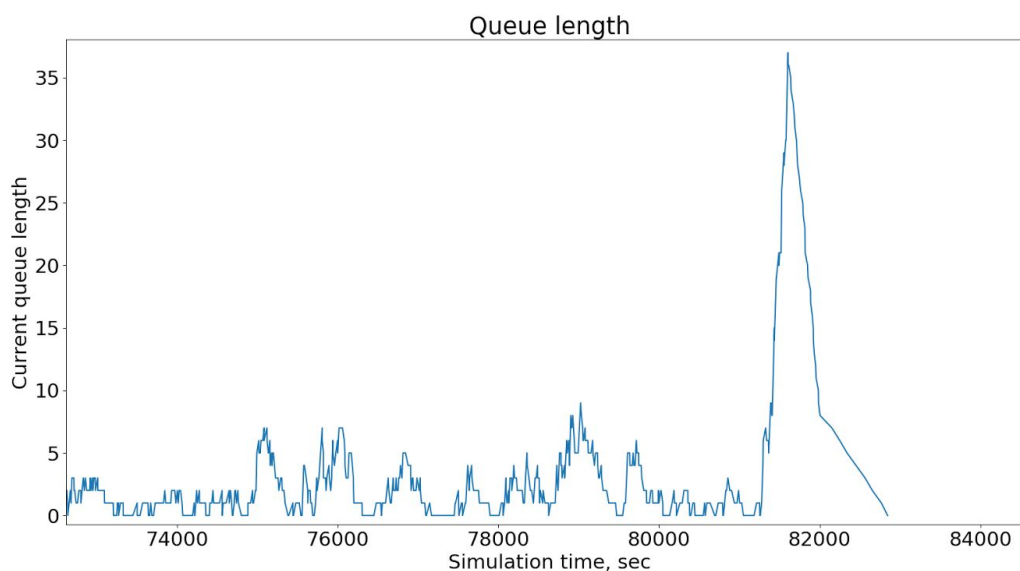
Ниже представлены графики на дефолтных настройках (см. выше):

5.1 График 1: Количество людей в очередях/время

Зависимость количества людей в очередях на всех кассах от времени.



Можно заметить, что за 20 минут до конца, когда прозвучало объявление о закрытии, покупатели поспешили к кассам, что привело к резкому росту очередей (в данном примере свыше 35 человек).



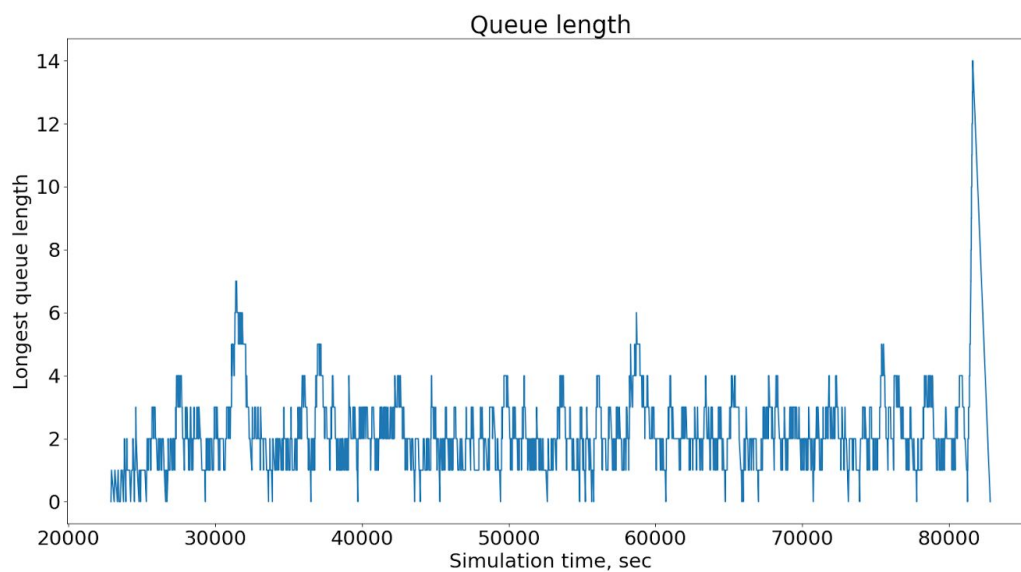
Время работы магазина после официального времени закрытия 23:00 варьируется от нескольких минут до двух часов.

После серии экспериментов стало ясно, что от данной проблемы избавиться получится только увеличением числа касс.

5.2 График 2: Длина очереди/время

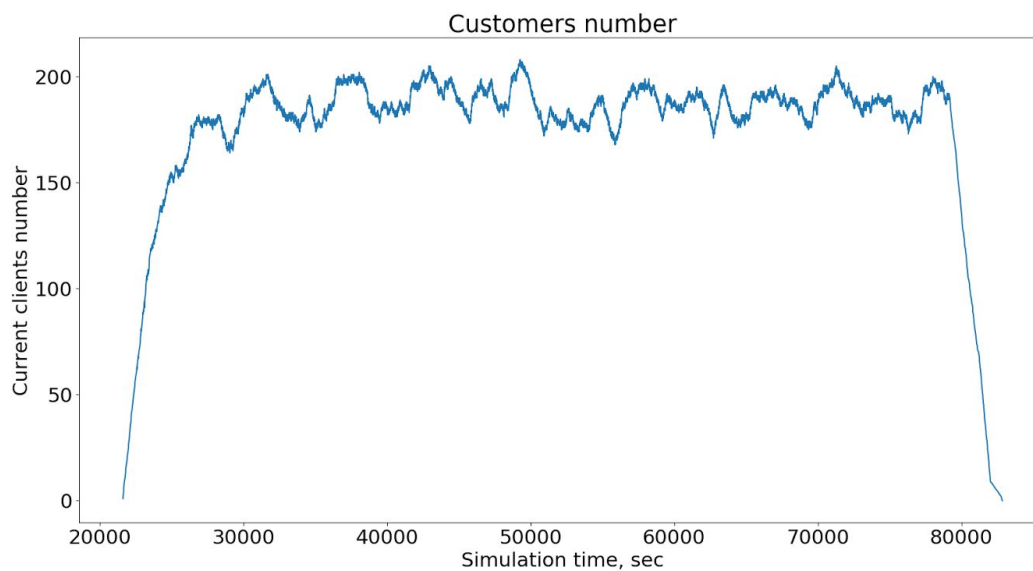
Зависимость длины очереди (максимальной) от времени.

Получил до 14 человек на одной кассе.



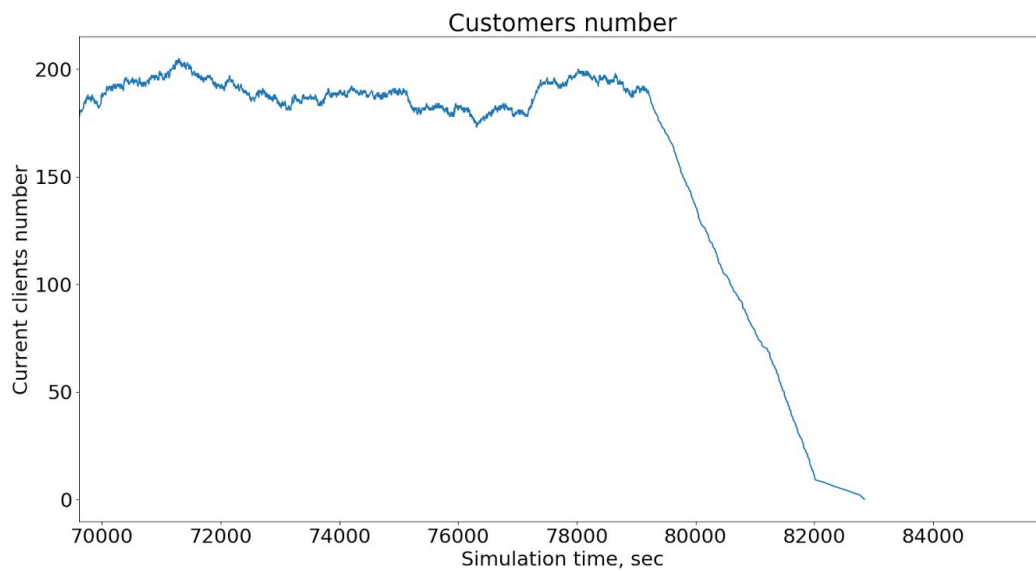
5.3 График 3: Количество покупателей/время

Посмотрим как со временем изменяется число покупателей.

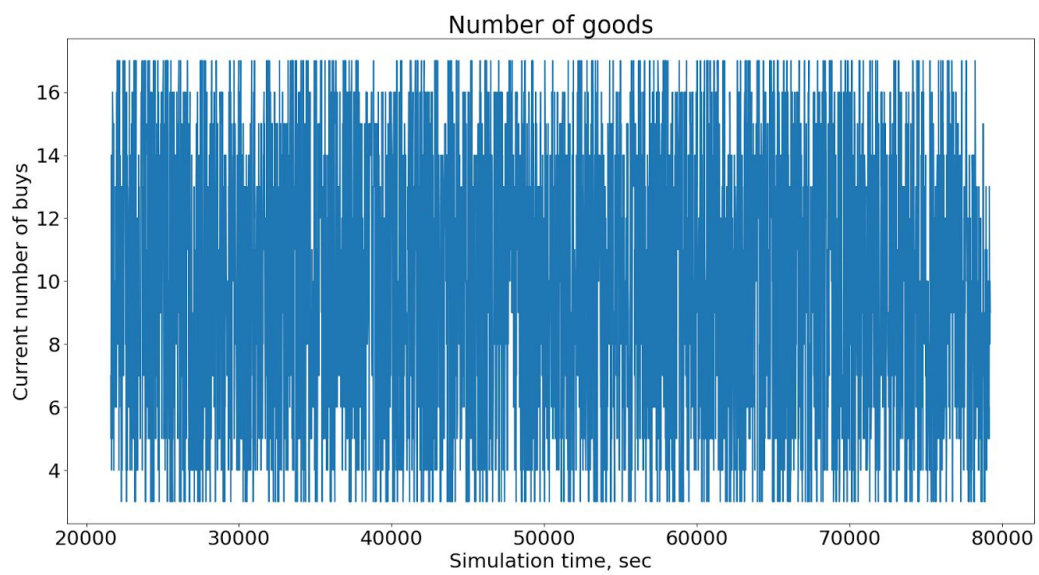


Так как было установлено равномерное распределение между временем входа и примерным временем покупок - мы можем наблюдать довольно понятную картину.

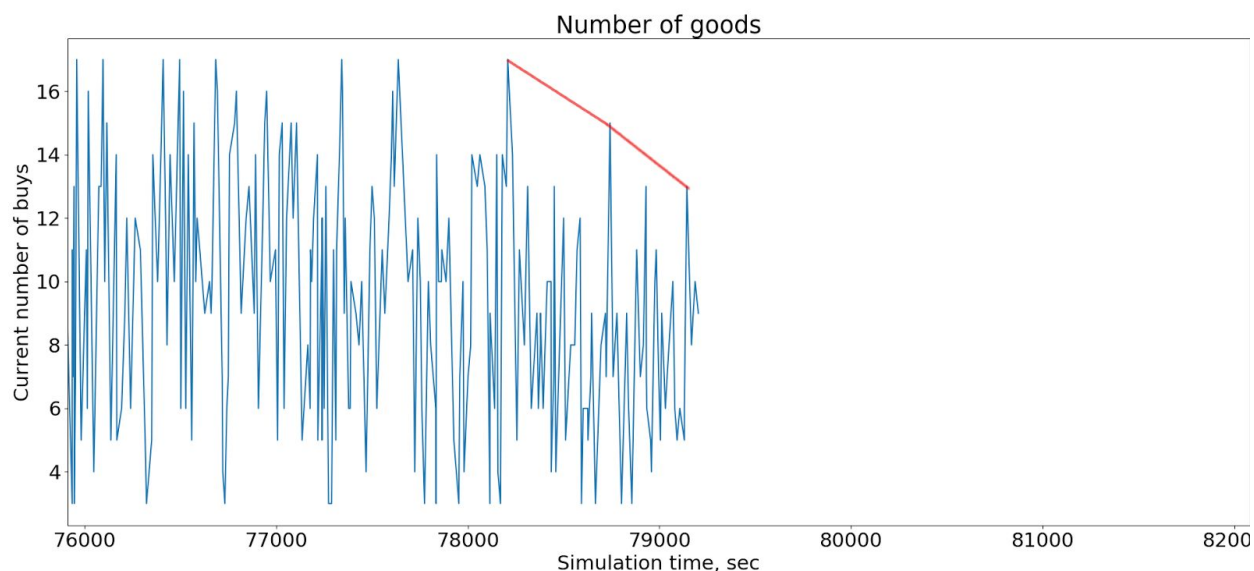
За час до закрытия вход в магазин закрывается, и число покупателей начинает убывать.



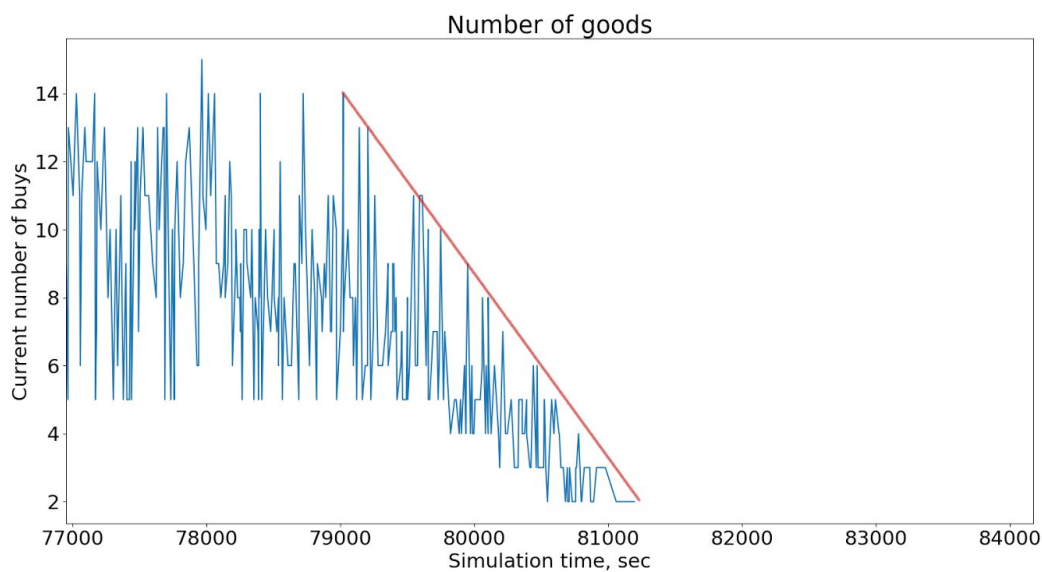
5.4 График 4: Количество покупок/время



Распределение покупок равномерное, рассмотрим подробнее окончание дня:

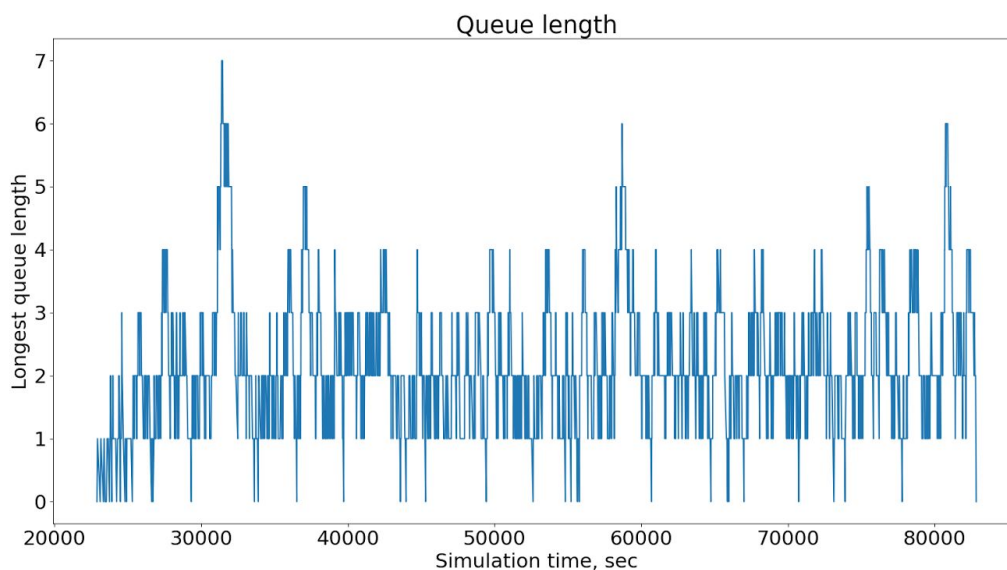


Заметим что количество покупок начинает сокращаться за час до закрытия. Для больше наглядности проведем дополнительный эксперимент: что будет если не закрывать вход в магазин до его закрытия в 23:00. Получим следующую картину:



Это происходит из-за того, что люди услышав объявление о закрытии сразу же прекращают покупки и спешат к кассе. Причем как мы можем видеть на графике 1, кассы не справляются с таким наплывом клиентов.

Посмотрим теперь, как поведет себя симуляция, если представить, что покупатели перестанут обращать внимание на объявление. И продолжат покупки до финального конца - закрытия. А магазин в свою очередь закроет вход в 22:00.



Очереди и количество товаров выровнялись. Количество людей в магазине после закрытия не изменилось. Время работы магазина после закрытия соответственно не увеличилось. Но количество проданных товаров выросло.

6. Вывод

После большого числа экспериментов с различными конфигурациями можно сделать вывод, что оптимальный вариант для предложенной модели будет магазин в котором будет более 5 касс, но не больше 7, так как выигрыша в скорости обслуживания в этом случае магазин не получит. Также в магазине не будет объявления о закрытии, чтобы покупатели все разом не прекратили покупки и не пошли на кассы, магазин перестает принимать клиентов за час до самого закрытия, чтобы обслуживать как можно меньше клиентов после закрытия.

В такой случае магазин получает максимум прибыли за один рабочий день.