****МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В. Ломоносова

Факультет вычислительной математики и кибернетики

Кафедра автоматизации систем вычислительных комплексов

Лаборатория вычислительных комплексов

**Курс "Имитационное моделирование в исследовании и разработке информационных систем"**

**ЗАДАНИЕ № 2**

**«Моделирование работы лифтов 2-го учебного корпуса и потока пассажиров»**

**ОТЧЕТ**

**о выполненном задании**

**Выполнил:** Аграновский Михаил Леонидович,  
студент 321 учебной группы

Москва, 2016 г.

Table of Contents

[1 Постановка задачи - 3 -](#_Toc470801946)

[1.1 Исходные данные - 3 -](#_Toc470801947)

[1.2 Цели - 3 -](#_Toc470801948)

[2 Конфигурация системы программирования - 3 -](#_Toc470801949)

[3 Описание реализации - 3 -](#_Toc470801950)

[3.1 Задержки - 4 -](#_Toc470801951)

[4 Результаты работы имитационной модели - 5 -](#_Toc470801952)

[4.1 Базовая версия - 5 -](#_Toc470801953)

[4.2 Изменим загруженность - 5 -](#_Toc470801954)

[4.2.1 Слабая нагрузка (время выбора студентом этажа назначения = 0..100) - 5 -](#_Toc470801955)

[4.2.2 Высокая нагрузка (время выбора студентом этажа назначения = 0) - 5 -](#_Toc470801956)

[4.2.3 Все пассажиры стартуют с 0 этажа - 5 -](#_Toc470801957)

[4.2.4 Идеальная ситуация: циркуляция пассажиров между 2 этажами - 5 -](#_Toc470801958)

[5 Выводы - 6 -](#_Toc470801959)

# Постановка задачи

## Исходные данные

Дано описание исследуемой системы на естественном языке (возможно, неполное). Заданы цели исследования системы (которые также могут быть уточнены или дополнены студентом самостоятельно или в ходе диалога с преподавателем).

## Цели

* уточнить исходные данные;
* построить концептуальную модель (указать, какие упрощающие предположения принимаются, описать структуру системы, взаимодействия между компонентами);
* построить имитационную модель в системе моделирования по выбору студента;
* проверить правильность построения модели и адекватность;
* провести эксперименты с моделью в соответствии с целью исследования;
* уточнить модель или цель исследования самостоятельно или по указанию преподавателя;
* сделать выводы и составить отчёт о работе.

В частности, необходимо собрать сведения о функционировании лифтов и построить модель, отражающую:

* движение лифта между этажами;
* реакцию на кнопки вызова;
* открытие и закрытие дверей;
* поведение пассажира (подход к лифту, занятие очереди в лифт, выход на нужном этаже)
* (дополнить по усмотрению студента)

В ходе исследования необходимо воспроизвести различные сценарии использования лифта (лифтов в холле и даже в здании в целом), например: перемещение одиночных пассажиров, массовые перемещения (например, на основе анализа расписания занятий). Определить задержку в очереди, среднее время движения пассажира на этаж, загрузку лифта, и т. д. (по усмотрению студентов и предложению преподавателя)

Следует сравнить различные алгоритмы планирования движения лифта (лифтов в одном холле): «базовый этаж», приоритет движения вверх или вниз — с точки зрения влияния на характеристики обслуживания пассажиров.

# Конфигурация системы программирования

В качестве системы моделирования выбран фреймворк SimPy для языка программирования Python (SimPy 3.0.10, Python 3.5)

Модель выполнялась на Ubuntu 16.04 x86-64 на Intel Core i5 6300HQ, 24GB RAM.

# Описание реализации

Ниже рассматривается разработанная имитационная модель системы лифтов. В скобках указаны имена классов или переменных из кода реализации.

В рамках модели рассматриваются следующие процессы:

* лифт (Elevator)
* пассажир (Person)

Лифтами управляет *лифтовая система (ElevatorSystem),* пассажирами – великий рандом.

Модель основана на следующих упрощениях и абстракциях:

* **2 ГУМ** – 8 этажное здание с одним лифтовым холлом. При старте модели студенты (NUM\_PEOPLE=500 человек) распределены по этажам равномерно, востребованность этажей также равномерна. Вместительность этажей бесконечна. Лестницами студенты не пользуются.
* **Лифт**
  + Вместительность лифтов одинакова и составляет COPACITY=10 человек на лифт. Грузоподъемность и надежность лифтов бесконечны.
  + Лифт может находиться в одном из 3 состояний: “vacant”, “go-to-the-first-person” и “on-the-go”.
  + Изначально все лифты стоят на 0 этаже в состоянии “vacant”. При достижении этажа назначения лифт принимает состояние “vacant” и остается ждать следующего вызова.
* **Лифтовый холл** рассматривается как интерфейс к одной **лифтовой системе** с 6 лифтами.
  + Вызов лифта осуществляется по нажатию на идеальную, срабатывающую с первого раза кнопку. При этом в каждом лифтовом холле расположены панели с номерами обслуживаемых этажей. Студенты поочередно выбирают нужные им этажи, а далее встают в очередь ожидать *своих* лифтов.
  + При каждом нажатии на панель лифтовая система принимает решение об отправке лифта к месту вызова. Если все лифты заняты, система отказывает студенту. Он повторит попытку позже. Итак, как лифтовая система выбирает, какой лифт отправить на вызов?
    - Наивысший приоритет имеет лифт, уже движущийся к этажу назначения через этаж дислокации пассажира. Т.е. поддерживается подбор пассажиров по пути следования.
    - Меньший приоритет имеет ближайший к нужному этажу лифт, находящийся в ожидании.   
        
      У автора есть предположение, что подобная неоптимальная для пассажиров система как раз и применяется во многих домах. Возможно, из-за простоты реализации и минимизации износа лифтов.
* **Студент** принимает решение о выборе этажа назначения за 0..DECISION\_MAKING\_TIME\_MAX секунд (здесь и далее «тики» времени имитационной модели будем для упрощения называть секундами).

## Задержки

Время достижения студентом этажа назначения зависит от следующих задержек:

* Время ожидания лифта.
* Время передвижения. Зависит от:
  + OPEN\_TIMEOUT – время открытия (или закрытия) дверей лифта
  + COME\_IN\_TIMEOUT – время продвижения студента в лифт (из лифта)
  + непосредственно время движения в лифте

Все эти задержки завися от следующих параметров системы:

* CAPACITY – вместительность лифта
* NUM\_ELEVATORS – число лифтов
* NUM\_FLOORS – число этажей
* NUM\_PEOPLE – число студентов
* SPEED – скорость движения лифта (этажей в секунду)
* WAIT\_TIMEOUT -- время обновления внутреннего состояния лифта (деталь реализации)

# Результаты работы имитационной модели

Рассмотрим результаты выполнения модели. Проведем замеры для описанной выше базовой версии, а также посмотрим, как будут менять результаты при внесении изменений в модель. Результаты приведены с усреднением.

## Базовая версия

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **mean\_sum\_time** | **mean\_waiting\_time** | **mean\_moving\_time** | **mean\_people\_number** |
| 263.35 | 185.84 | 77.51 | 7.81 |

## Изменим загруженность

### Слабая нагрузка (время выбора студентом этажа назначения = 0..100)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **mean\_sum\_time** | **mean\_waiting\_time** | **mean\_moving\_time** | **mean\_people\_number** |
| 226.38 | 162.62 | 63.76 | 7.93 |

### Высокая нагрузка (время выбора студентом этажа назначения = 0)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **mean\_sum\_time** | **mean\_waiting\_time** | **mean\_moving\_time** | **mean\_people\_number** |
| 295.01 | 214.44 | 80.57 | 8.62 |

Вывод: повышение нагрузки приводит к росту времени ожидания

### Все пассажиры стартуют с 0 этажа

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **mean\_sum\_time** | **mean\_waiting\_time** | **mean\_moving\_time** | **mean\_people\_number** |
| 130.42 | 112.76 | 17.89 | 9.25 |

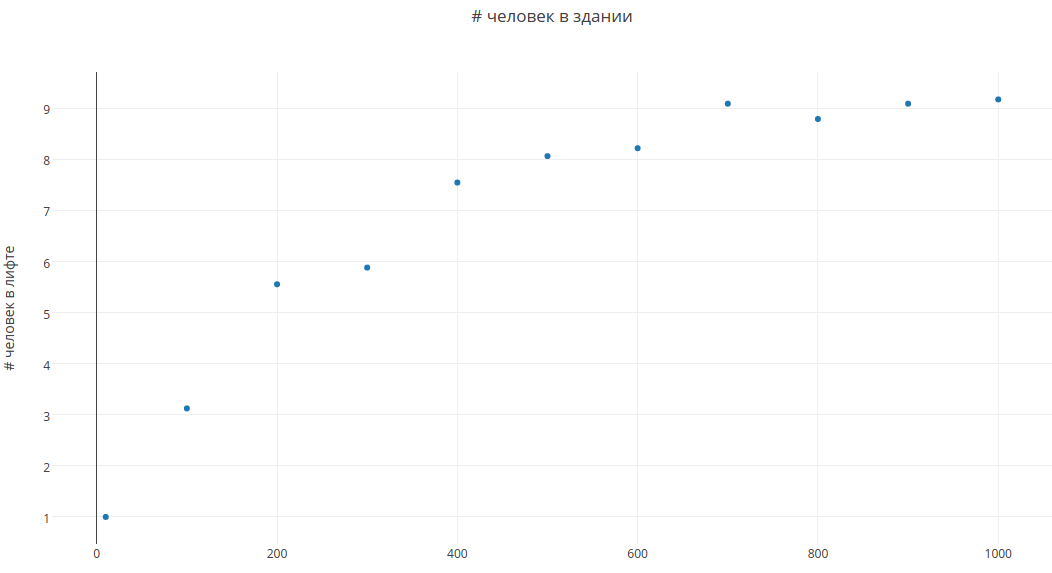
Вывод: лифт едет долго из-за задержек на подбор пассажиров. Если все пассажиры столпились на 1 этаже, система будет работать быстрее, а время в пути (в лифте) будет минимальным!

### Идеальная ситуация: циркуляция пассажиров между 2 этажами

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **mean\_sum\_time** | **mean\_waiting\_time** | **mean\_moving\_time** | **mean\_people\_number** |
| 116.63 | 101.65 | 14.98 | 9.26 |

**Примечание:** большие абсолютные значения времени ожидания связаны с большим временем ожидания перед вторичным запросом лифта. Неприятная особенность реализации. На относительное изменение значений она влиять не должна.

Ниже приведена зависимость заполнения лифтов исходя из числа человек в здании. Видно, что начиная с некоторого числа человек, лифты загружены практически полностью (>90%).



# Выводы

* Уточнены исходные данные, построена концептуальная модель (упрощения и абстракции обозначены).
* По концептуальной модели построена имитационная модель в системе моделирования SimPy.
* Правильность и адекватность проверены методом «пристального взгляда», а также на реакцию к изменению входных данных. «Боевая» проверка затруднительна, так как полноценная имитация системы лифтов 2 ГУМ (и поведения пассажиров!), которую можно было бы сравнивать с действующей системой, по сложности выходит за рамки данного задания.
* Над построенной моделью проведены эксперименты. Были рассмотрены случаи различной нагрузки на системы. Их результаты представлены в форме таблиц и графиков.

Исходный код имитационной модели доступен в репозитории на GitHub: <https://github.com/agrml/ImitationModeling_project2>