

Краевой конкурс творческих работ учащихся
«Прикладные и фундаментальные вопросы математики»

Математическое моделирование

**Разработка имитационной модели системы регулируемых
перекрёстков с использованием системы массового
обслуживания**

Лукин Евгений,

11 кл., МБОУ «Лицей №1» г. Перми,

Нечаева Елена Сергеевна,

доцент ПНИПУ, к.ф.-м. н.

Пермь. 2012.

Система массового обслуживания.

В СМО подразумевается, что есть типовые пути (каналы обслуживания), через которые в процессе обработки проходят заявки. Принято говорить, что заявки обслуживаются каналами. Каналы могут быть разными по назначению, характеристикам, они могут сочетаться в разных комбинациях; заявки могут находиться в очередях и ожидать обслуживания. Часть заявок может быть обслужена каналами, а части могут отказать в этом.

Заявки могут приходить неравномерно, каналы могут обслуживать разные заявки за разное время и так далее, количество заявок всегда весьма велико. Поэтому принято представление о том, что обслуживание в сложных системах носит случайный характер.

Примерами СМО (см. табл. 1) могут служить: автобусный маршрут и перевозка пассажиров; производственный конвейер по обработке деталей; влетающая на чужую территорию эскадрилья самолетов, которая «обслуживается» зенитками ПВО; ствол и рожок автомата, которые «обслуживают» патроны; электрические заряды, перемещающиеся в некотором устройстве и т. д.

Таблица 1.

СМО	Заявки	Каналы
Автобусный маршрут и перевозка пассажиров	Пассажиры	Автобусы
Производственный конвейер по обработке деталей	Детали, узлы	Станки, склады
Влетающая на чужую территорию эскадрилья самолетов, которая «обслуживается» зенитками ПВО	Самолеты	Зенитные орудия, радары, стрелки, снаряды
Ствол и рожок автомата, которые «обслуживают» патроны	Патроны	Ствол, рожок
Электрические заряды, перемещающиеся в некотором устройстве	Заряды	Каскады технического устройства

Подход к изучению СМО един. Он состоит в том что, с помощью генератора случайных чисел разыгрываются случайные числа, которые имитируют СЛУЧАЙНЫЕ моменты появления заявок и время их обслуживания в каналах.

К примеру, пусть сказано: "Заявки в среднем приходят 5 штук за 10 секунд". Это означает, что интервал времени между приходом двух соседних заявок случайны, например: 2; 4; 1; 1;2.

Все модели СМО собираются типовым образом из небольшого набора элементов (канал, источник заявок, очередь, заявка, дисциплина обслуживания,), что позволяет имитировать эти задачи *типовым* образом. Для

этого модель системы собирают из конструктора таких элементов. Неважно, какая конкретно система изучается, важно, что схема системы собирается из одних и тех же элементов. Разумеется, структура схемы будет всегда различной.

Основные понятия СМО.

Каналы:

- Начинают обслуживать заявку в момент ее поступления в канал.
- каналу для начала обслуживания требуется время на подготовку.

Источники заявок — порождают заявки в случайные моменты времени, согласно заданному пользователем статистическому закону.

Заявки, они же **клиенты**, входят в систему, проходят через ее элементы (обслуживаются), покидают ее обслуженными или неудовлетворенными.

Заявки образуют **потоки** — поток заявок на входе системы, поток обслуженных заявок, поток отказанных заявок. Поток характеризуется количеством заявок определенного сорта, наблюдаемым в некотором месте СМО за единицу времени (час, сутки, месяц), то есть поток есть величина статистическая.

Очереди характеризуются правилами стояния в очереди (дисциплиной обслуживания), количеством мест в очереди (сколько клиентов максимум может находиться в очереди), структурой очереди (связь между местами в очереди).

Дисциплина обслуживания:

- **FIFO** (First In, First Out — первым пришел, первым ушел): если заявка первой пришла в очередь, то она первой уйдет на обслуживание.
- **LIFO** (Last In, First Out — последним пришел, первым ушел): если заявка последней пришла в очередь, то она первой уйдет на обслуживание.

Параметрами СМО могут быть: интенсивность потока заявок, интенсивность потока обслуживания, среднее время, в течение которого заявка готова ожидать обслуживания в очереди, количество каналов обслуживания, дисциплина обслуживания и так далее.

Статистика.

Судить о результатах работы СМО можно по показателям. Наиболее популярные из них:

- вероятность обслуживания клиента системой;
- пропускная способность системы;

- вероятность отказа клиенту в обслуживании;
- вероятность занятости каждого из канала и всех вместе;
- среднее время занятости каждого канала;
- вероятность занятости всех каналов;
- среднее количество занятых каналов;
- вероятность простоя каждого канала;
- вероятность простоя всей системы;
- среднее количество заявок, стоящих в очереди;
- среднее время ожидания заявки в очереди;
- среднее время обслуживания заявки;

Задача про дорожный перекресток и автомобили.

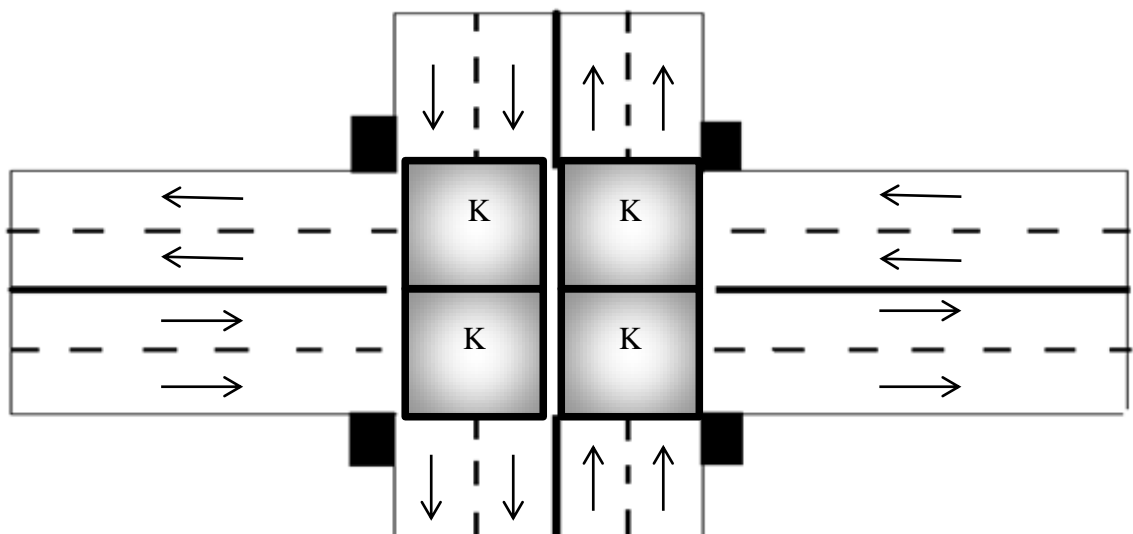
Объектом исследования является дорожный перекресток. В данной задаче

автомобили являются заявками и составляют поток. Объектом

обслуживания потока является светофор, который имеет следующие характеристики:

- Время обработки потока ограничено.
- Обслуживание заявок происходит с помощью дисциплины FIFO;
- Во время обработки заявки, автомобиль попадает в канал обслуживания где происходит выбор дальнейшего события.

Схема дорожного перекрёстка:



→ - Поток создаваемый автомобилями.

К – канал обслуживания.

■ - Светофор.

Необходимо создать математическую модель имитирующую обслуживание автомобилей в данной системе и исследовать эту систему.