

Компьютерное моделирование Системы массового обслуживания (Queueing theory)

Кафедра ИВТ и ПМ

2018

План

Прошлые темы

DES

Теория массового обслуживания

Системы массового обслуживания

Outline

Прошлые темы

DES

Теория массового обслуживания

Системы массового обслуживания

Прошлые темы

- ▶ Какие СВ величины можно моделировать с помощью распределения Пуассона?

Прошлые темы

- ▶ Какие СВ величины можно моделировать с помощью распределения Пуассона?
- ▶ Какие СВ величины можно моделировать с помощью экспоненциального распределения?

Прошлые темы

- ▶ Какие СВ величины можно моделировать с помощью распределения Пуассона?
- ▶ Какие СВ величины можно моделировать с помощью экспоненциального распределения?
- ▶ Какие СВ величины можно моделировать с помощью нормального распределения?
- ▶ Что такое поток?
- ▶ Что такое поток Пуассона?
- ▶ Что такое поток Эрланга?

Outline

Прошлые темы

DES

Теория массового обслуживания

Системы массового обслуживания

DES

Инициализация

```
t_current = t0  
s_i = s_i(t_current)
```

s_i

Изменение состояний системы

```
while not end_condition(t_current, s_i):  
    events = f(s_i)  
    #compute all next events  
    e_next = g(events) #Choose the closest in time  
    t_next = e_next.t  
    s_i = e_next.action( s_i ) #Execute the action  
    t_current = t_next  
    #Jump to next time
```


Outline

Прошлые темы

DES

Теория массового обслуживания

Системы массового обслуживания

Теория массового обслуживания. Зачем?

При планировании системы обслуживания клиентов возникают вопросы...

- ▶ Как минимизировать время обслуживания клиента (заявки)?
- ▶ Сколько каналов обслуживания нужно?
- ▶ Какое расписание работы каналов наиболее эффективно?
- ▶ Как минимизировать время работы каналов?
- ▶ Как организовать очереди?
- ▶ Какая длинна очереди наиболее вероятна? Сколько места нужно для организации очереди?
- ▶ Велики ли потери клиентов из-за размеров очередей?
- ▶ Каково время простоя каналов?
- ▶ Сколько клиентов можно обслужить за единицу времени?

Outline

Прошлые темы

DES

Теория массового обслуживания

Системы массового обслуживания

Системы массового обслуживания

Система массового обслуживания (СМО) — система, которая производит обслуживание поступающих в неё требований.

Требование (заявка) — запрос на обслуживание.

Заявки поступают на **каналы обслуживания**.

Системы массового обслуживания

Примеры?

Примеры

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

Каналы — то, что обслуживает;

- ▶ **горячие.** начинают обслуживать заявку в момент ее поступления в канал)
- ▶ **холодные.** каналу для начала обслуживания требуется время на подготовку.

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

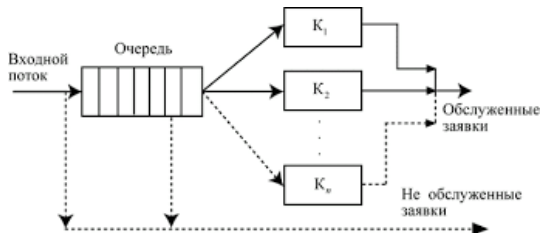
Классифицируем СМО по *времени ожидания*:

- ▶ **системы с потерями.** требования, не нашедшие в момент поступления ни одного свободного прибора, теряются
- ▶ **системы с ожиданием.** имеется накопитель бесконечной ёмкости для буферизации поступивших требований, при этом ожидающие требования образуют очередь;
- ▶ **системы с накопителем конечной ёмкости (ожиданием и ограничениями)**
длина очереди не может превышать ёмкости накопителя; при этом требование, поступающее в переполненную СМО (отсутствуют свободные места для ожидания), теряются.

Заявки

Заявки (клиенты), входят в систему (порождаются источниками заявок), проходят через ее элементы (обслуживаются), покидают ее обслуженными или неудовлетворенными.

Заявки могут покидать систему сами, не дождавшись обслуживания.



СМО с одной очередью и несколькими каналами

Заявки образуют **потоки**:

- ▶ поток заявок на входе системы,
- ▶ поток обслуженных заявок,
- ▶ поток отказанных заявок.

Заявки образуют **потоки**:

- ▶ поток заявок на входе системы,
- ▶ поток обслуженных заявок,
- ▶ поток отказанных заявок.

Как характеризовать поток?

Числом заявок (определённого вида) в определённом месте СМО за единицу времени.

Дисциплина обслуживания

Очереди характеризуются правилами стояния в очереди - **дисциплиной обслуживания**.

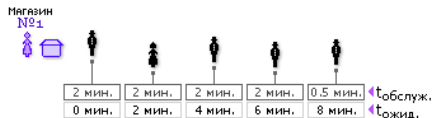
Дисциплина обслуживания характеризуется количеством мест в очереди, структурой очереди (связь между местами в очереди).

Дисциплина обслуживания

- ▶ First in first out
- ▶ Last in first out
- ▶ Priority
- ▶ Shortest job first
- ▶ ...

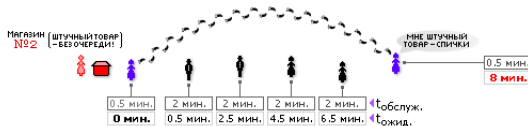
Пример

FIFO



Среднее время ожидания: $(0 + 2 + 4 + 6 + 8) / 5 = 4$ мин.

Shortest first



Среднее время ожидания: $(0 + 0.5 + 2.5 + 4.5 + 6.5) / 5 = 2.8$ мин.

Где среднее время обслуживания меньше?

Как охарактеризовать эффективность работы СМО?

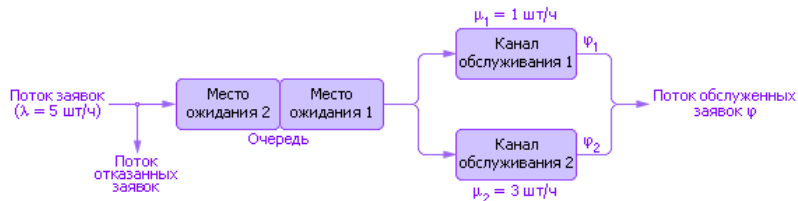
- ▶ вероятность обслуживания клиента системой;
- ▶ пропускная способность системы;
- ▶ вероятность отказа клиенту в обслуживании;
- ▶ вероятность занятости каждого из канала и всех вместе;
- ▶ среднее время занятости каждого канала;
- ▶ вероятность занятости всех каналов;
- ▶ среднее количество занятых 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;
- ▶ среднее время нахождения заявки в системе.

Пример 2. Описание задачи

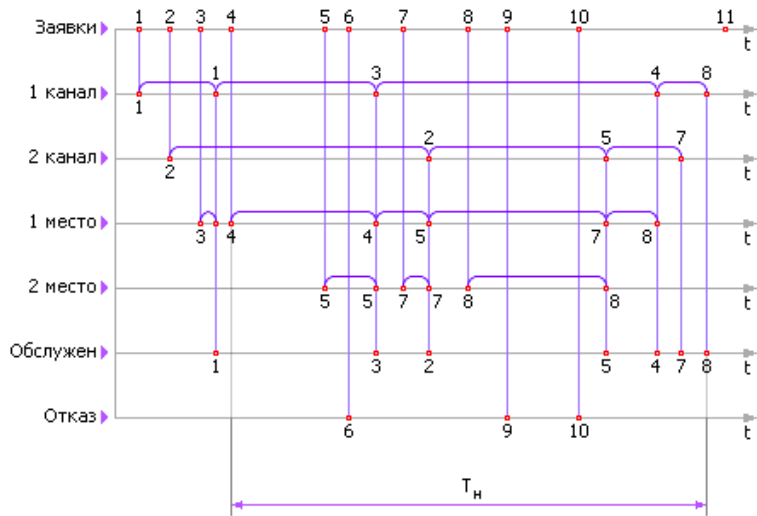


Колонка 1 обслуживает в среднем 1 машину в час; колонка 2 - 3 машины; для заправки в среднем заезжают 5 машин в час.

Пример 2. Схема



Пример 2. Временная диаграмма



Использованы материалы

<http://stratum.ac.ru/education/textbooks/modelir/lection30.html>

Материалы курса

github.com/ivtipm/computer-simulation