

# Практическая работа №2: Моделирование центра массового обслуживания

## Цель работы

Изучение модели обслуживания заявок с неограниченной очередью.

## Основные теоретические положения

Дана следующая модель системы обслуживания, представленная на рис. 1.



Назовём потоком заявок (обслуживания) такой процесс, который генерирует (обслуживает) заявки в случайный момент времени. Соответственно, интенсивностью потока назовём среднее количество событий потока, происходящих в единицу времени.

Пусть поток заявок имеет интенсивность, равную  $\lambda$ , а поток обслуживания –  $\mu$ , причём,  $\mu > \lambda$ . Приведённой интенсивностью  $\rho$  назовём отношение интенсивностей потоков и заявок обслуживания:  $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$ . Время нахождения заявки в системе складывается из времени ожидания в очереди и среднего времени обслуживания. Среднее время обслуживания одной заявки очевидно выражается через интенсивность потока обслуживания, а также через математическое ожидание случайной величины – времени, когда заявка в системе будет обработана:  $\bar{t}_{об} = \frac{1}{\mu} = \int \lim_{t \rightarrow \infty} f(t) dt$ , где  $f(t)$  – плотность закона распределения случайной величины в потоке обслуживания.

Отношение корня дисперсии времени обслуживания к его среднему называется коэффициентом вариации времени обслуживания:  $\vartheta = \frac{\sigma_{t_{об}}}{\bar{t}_{об}} = \frac{1}{\bar{t}_{об}} \sqrt{\int_{\mathbb{R}} t^2 f(t) dt - \bar{t}_{об}^2}$ . С помощью этого коэффициента вариации можно теоретически рассчитать среднее число заявок в очереди и среднее время ожидания в очереди:  $\bar{r} = \frac{\rho^2(1 + \vartheta^2)}{2(1 - \rho)}$ ,  $\bar{t}_{ож} = \frac{\rho^2(1 + \vartheta^2)}{2\lambda(1 - \rho)}$ . Очевидно, что среднее время ожидания в очереди может быть вычислено с помощью деления среднего числа заявок в очереди на среднюю скорость обработки (интенсивность потока заявок  $\lambda$ ).

## Постановка задачи

Необходимо смоделировать систему обслуживания заявок с неограниченной очередью с пуассоновским потоком заявок (время отправки сообщения – случайная величина, распределенная по экспоненциальному закону) и тремя различными потоками обслуживания (время обслуживания – случайная величина, распределенная по равномерному, показательному или треугольному закону). Провести эксперимент и выяснить практические характеристики модели. Провести теоретический расчет этих параметров. Оценить результаты.

## Порядок выполнения работы

1. Используя пакет GPSS составить программу и провести моделирование центра массового обслуживания (ЦМО).
2. Провести исследования для экспоненциального закона следования заявок на входе и трех законов распределения интервалов обслуживания (равномерного, экспоненциального и треугольного). Для каждой пары законов распределения (заявок и обслуживания) провести исследование для двух значений приведенной интенсивности  $\rho_1$ ,  $\rho_2$ , ( $0 < \rho_i < 1$ ), а также для двух значений количества заявок  $N$ , проходящих через систему.
3. Получить в результате моделирования основные характеристики ЦМО и оформить их в виде таблиц:
  - максимальную длину очереди, QM;
  - среднюю длину очереди, QA;
  - число заявок, поступивших на обслуживание без очереди, QZ;
  - среднее время пребывания заявки в очереди, включая нулевые входы, QT;
  - среднее время пребывания заявки в очереди (без нулевых входов), QX.
4. Получить в результате моделирования характеристики по устройству:
  - коэффициент загрузки, FR;
  - среднее время обслуживания заявки, FT.
5. Получить таблицу значений количества заявок в зависимости от времени пребывания в очереди.
6. Рассчитать теоретические значения основных характеристик ЦМО (среднее время пребывания заявки в очереди, среднее время обслуживания заявки).
7. Оценить время переходного процесса по полученным теоретическим и практическим значениям среднего времени пребывания заявки в очереди (для этого провести больше опытов при разных  $N$ ).
8. Провести 10 экспериментов (на одном наборе данных) для экспоненциальных законов следования заявок на входе и обслуживания, рассчитать среднее время ожидания заявки в очереди и СКО.
9. Сравнить теоретические и практические результаты (объяснить и обосновать), рассчитав доверительные интервалы для исследуемых характеристик СМО.

## Варианты заданий

| № варианта | Значение $\rho_i$ |      | Значение $N_i$ |       |
|------------|-------------------|------|----------------|-------|
| 1          | 0.50              | 0.70 | 1000           | 50000 |
| 2          | 0.55              | 0.90 | 1500           | 40000 |
| 3          | 0.45              | 0.80 | 2000           | 55000 |
| 4          | 0.40              | 0.75 | 1500           | 45000 |
| 5          | 0.45              | 0.85 | 1750           | 47500 |
| 6          | 0.40              | 0.70 | 1000           | 55000 |
| 7          | 0.50              | 0.65 | 2000           | 50000 |
| 8          | 0.60              | 0.80 | 1000           | 55000 |
| 9          | 0.60              | 0.85 | 1500           | 47500 |
| 10         | 0.55              | 0.75 | 1000           | 47500 |

## Содержание отчёта

- Цель работы.
- Краткое изложение основных теоретических понятий.
- Постановка задачи с кратким описанием порядка выполнения работы.
- Результаты моделирования с использованием программы.
- Необходимые рисунки и таблицы с краткими выводами.
- Общий вывод по проделанной работе.
- Код программы.

## Тексты программ

### TASK2.GPS

```
10      SIMULATE
15      RMULT 10
20 VAR1  FVARIABLE  -10#LOG((RN1+1)/1000)
25 VAR2  FVARIABLE  -8#LOG((RN1+1)/1000)
30      GENERATE  V$VAR1
42 STR1  STORAGE    3
45      GATE SNF    STR1,L1
50      ENTER     STR1,1
60      SEIZE     1
75      ADVANCE   V$VAR2
80      LEAVE     STR1,1
90      RELEASE   1
95      TRANSFER  ,L2
100 L1    SAVEVALUE 1+,1
120 L2    TERMINATE 1
125      START    10
140      SHOW     X1
143      SHOW     FT1
147      SHOW     FR1
150      SHOW     SM$STR1
160      SHOW     SA$STR1
165      SHOW     SC$STR1
170      SHOW     ST$STR1
175      SHOW     SR$STR1
```

From:

<http://se.moevm.info/> - **se.moevm.info**

Permanent link:

[http://se.moevm.info/doku.php/courses:system\\_analysis\\_modeling\\_and\\_optimization:task2?rev=1562961070](http://se.moevm.info/doku.php/courses:system_analysis_modeling_and_optimization:task2?rev=1562961070)

Last update: **2022/12/10 09:08**