

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Лабораторная работа №3
«Имитационное моделирование системы массового обслуживания
в среде GPSS»
по курсу:
«Моделирование»

Выполнил:
студент группы ИУ9-82
Иванов Георгий

Проверила:
Домрачева А.Б.

Москва, 2019

Содержание

1	Цель задачи	3
2	Постановка задачи	4
3	Теоретические сведения	5
3.1	Основные определения СМО	5
3.2	Имитационное моделирование	5
3.3	Система моделирования общего назначения GPSS. Описание работы программы в терминах СМО	6
4	Практическая реализация	7
5	Результаты	8
6	Вывод	9

1 Цель задачи

Изучение основ имитационного моделирования в среде GPSS World на примере простейших одноканальных систем массового обслуживания (СМО) с неограниченной очередью.

2 Постановка задачи

Зрители подходят к турникету футбольного стадиона и встают в очередь, в которой находятся до тех пор, пока не пройдут на стадион. По закону распределения, количество подходящих к стадиону людей такое же, как и заданного таблично, со средней интенсивностью 215 человек в 10 минут. При этом турникет может пропустить в среднем — 245 человек за 10 минут. Необходимо оценить загруженность турникета.

Смоделировать работу простейшей СМО (системы массового обслуживания) на примере прохода зрителей через турникет без ограничения длины очереди (обработку устройством поступающих на него запросов) для 7000 человек.

Определить следующие характеристики системы:

- коэффициент загрузки устройства (в %);
- среднее число находящихся в очереди заявок;
- среднюю продолжительность пребывания заявки в очереди.

Сравнить их со значениями, определенными аналитически соответственно по формулам:

- $r = \frac{L}{M}$
- $avgNumber = \frac{r^2}{1-r}$
- $avgQueue = \frac{r^2}{L(1-r)}$

3 Теоретические сведения

Система массового обслуживания (СМО) — система, которая производит обслуживание поступающих в неё требований. Обслуживание требований в СМО выполняется обслуживающими приборами. Классическая СМО содержит от одного до бесконечного числа приборов. В зависимости от наличия возможности ожидания поступающими требованиями начала обслуживания СМО подразделяются на:

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

Выбор требования из очереди на обслуживание производится с помощью так называемой дисциплины обслуживания. Их примерами являются FCFS/FIFO (пришедший первым обслуживается первым), LCFS/LIFO (пришедший последним обслуживается первым), random (англ.) (случайный выбор). В системах с ожиданием накопитель в общем случае может иметь сложную структуру. Требование (заявка) — запрос на обслуживание.

3.1 Основные определения СМО

Входящий поток требований — совокупность требований, поступающих в СМО.

Время обслуживания — период времени, в течение которого обслуживается требование.

Математическая модель СМО — это совокупность математических выражений, описывающих входящий поток требований, процесс обслуживания и их взаимосвязь.

3.2 Имитационное моделирование

Имитационная модель — модель, имитирующая поведение реального объекта или системы при заданных входных данных и с использованием вычислительной техники.

Имитационное моделирование — численный метод проведения на вычислительной технике экспериментов с математическими моделями, описывающими объект или систему в течении заданного или формируемого периода времени. Имитационное моделирование предполагает идентификацию алгоритма преобразующего входные данные в выходные без учета физико-химических воздействий, протекающих в исследуемом объекте или системе.

3.3 Система моделирования общего назначения GPSS. Описание работы программы в терминах СМО

GPSS (англ. General Purpose Simulation System — система моделирования общего назначения) — язык моделирования, используемый для имитационного моделирования различных систем, в основном систем массового обслуживания.

1. Задание входящего потока осуществляется через:

```
1 GENERATE 50, FN$EXPON, , 200
```

Здесь задается средняя интенсивность поступления требований и закон распределения моментов поступления требований в систему.

2. Задание дисциплины обслуживания, то есть указание способа, по которому происходит отбор одного требования из очереди на обслуживание. В представленной программе дисциплина обслуживания заключается в обслуживании требований в порядке их поступления, что описывается в строках

```
1 QUEUE ocher
2 ENTER OPERATOR
3 DEPART ocher
```

3. Задание механизма обслуживания осуществляется в строке

```
1 ADVANCE 30.3, FN$EXPON
```

В этой строке указано как долго длится обслуживание. Это свойство обычно характеризуется статистическим распределением длительности обслуживания (закон распределения времени обслуживания)

4 Практическая реализация

- Заявкой является билет, по которому пройдёт человек через турникет;
- Входящим потоком требований является ограничение на обработку 7000 заявок.
- Время обслуживания — среднее время ответа турникета после прикладывания билета.

Математическая модель СМО представляется кодом в среде GPSS.

Листинг 1. Описание имитационной модели на языке моделирования GPSS.

```
1  TURNSTILE STORAGE 1 ; количество турникетов
2
3  GENERATE .465,FN$EXPON,,7000 ; поступление заявок(215 человек каждые 10 минут), всего 7000
   ↪  заявок
4  QUEUE ocher ; занятие очереди на обработку заявки
5  ENTER TURNSTILE ; поступление заявки на устройство
6  DEPART ocher ; проход человека на стадион (уход из очереди)
7  ADVANCE .408,FN$EXPON ; время обработки заявки(245 человек каждые 10 минут)
8
9  LEAVE TURNSTILE ; завершение обработки заявки на проход через турникет
10
11  TERMINATE
12
13  GENERATE 3300
14
15  TERMINATE 1
16
17  EXPON FUNCTION RN2,C24 ;описание функции EXPON
18  0,0/0.1,0.104/0.2,0.222/0.3,0.355/0.4,0.509
19  0.5,0.69/0.6,0.915/0.7,1.2/0.75,1.38/.8,1.6
20  .84,1.83/.88,2.12/.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81
21  .95,2.99/.96,3.2/.97,3.5/.98,3.9/.99,4.6
22  .995,5.3/.998,6.2/.999,7/.9998,8
```

5 Результаты

Ниже приведен результат работы программы из **Листинга 1**.

Листинг 2. Описание модели на языке GPSS.

```

1  GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.1.1
2
3      Saturday, March 23, 2019 22:09:19
4
5      NAME                VALUE
6      EXPON                10001.000
7      OCHER                10002.000
8      TURNSTILE            10000.000
9
10
11  LABEL          LOC  BLOCK TYPE      ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY
12                1    GENERATE        7000          0        0
13                2    QUEUE           7000          0        0
14                3    ENTER           7000          0        0
15                4    DEPART          7000          0        0
16                5    ADVANCE         7000          0        0
17                6    LEAVE           7000          0        0
18                7    TERMINATE       7000          0        0
19                8    GENERATE         1          0        0
20                9    TERMINATE        1          0        0
21
22
23  QUEUE          MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME  AVE.(-0) RETRY
24  OCHER          40    0   7000    884    5.414    2.552    2.921    0
25
26
27  STORAGE        CAP. REM. MIN. MAX.  ENTRIES AVL.  AVE.C. UTIL. RETRY DELAY
28  TURNSTILE      1    1    0    1    7000    1    0.871 0.871    0    0
29
30
31  FEC XN    PRI      BDT      ASSEM  CURRENT  NEXT  PARAMETER  VALUE
32  7002     0      6600.000  7002    0        8

```

Анализ результата моделирования:

1. коэффициент загрузки устройства = 87.1%
2. среднее число находящихся в очереди заявок = 5.4 заявки;
3. средняя продолжительность пребывания заявки в очереди = $2.6 * 10$ мин = 20.6 мин

Аналитические значения:

1. $r = \frac{L}{M} = 87.7\%$
2. $avgNumber = \frac{r^2}{1-r} = 6.2$
3. $avgQueue = \frac{r^2}{L(1-r)} = 20.8$

6 Вывод

В ходе лабораторной работы был изучен язык моделирования GPSS, использующийся для реализации системы массового обслуживания, а в данном случае для моделирования турникета футбольного стадиона. С помощью GPSS World можно также описывать множество систем для осуществления их анализа, проектирования и рациональной организации.

По результатам моделирования поставленной задачи о турникете можно сделать вывод о том, что турникет загружен приблизительно на 87.1%, практически совпадая с аналитическим значением (87.7%).