



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный технический университет  
имени Н. Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н. Э. Баумана)

---

ФАКУЛЬТЕТ «Информатика и системы управления (ИУ)»

КАФЕДРА «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии (ИУ7)»

## ОТЧЕТ

### Лабораторная работа №7

по курсу «Моделирование»

на тему: «Моделирование работы системы массового обслуживания (GPSS)»

Студент ИУ7-73Б  
(Группа)

\_\_\_\_\_  
(Подпись, дата)

К.Э. Ковалец  
(И. О. Фамилия)

Преподаватель

\_\_\_\_\_  
(Подпись, дата)

И.В. Рудаков  
(И. О. Фамилия)

2022 г.

# Содержание

<b>1</b>	<b>Задание</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Теоретическая часть</b>	<b>4</b>
2.1	Равномерное распределение	4
2.2	Распределение Эрланга	4
<b>3</b>	<b>Результаты работы</b>	<b>5</b>
3.1	Листинги программы	5

# 1 Задание

Для выполнения лабораторной необходимо смоделировать работу системы массового обслуживания, состоящую из генератора и обслуживающего аппарата. Генератор работает по равномерному закону распределения, а обслуживающий аппарат — по закону распределения Эрланга (в соответствии с вариантом из лабораторной работы №1). Необходимо определить максимальную длину очереди без потерь. Предусмотреть возможность возврата обработанной заявки обратно на вход обслуживающего аппарата (задается вероятностью). Реализовать на языке имитационного моделирования GPSS.

## 2 Теоретическая часть

### 2.1 Равномерное распределение

Функция равномерного распределения:

$$F(x) = \begin{cases} 0, & x < a, \\ \frac{x-a}{b-a}, & x \in [a, b], \\ 0, & x > b. \end{cases} \quad (2.1)$$

Функция плотности равномерного распределения:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a}, & x \in [a, b], \\ 0, & else. \end{cases} \quad (2.2)$$

### 2.2 Распределение Эрланга

Функция распределения Эрланга:

$$F_k(x) = 1 - e^{-\lambda \cdot x} \cdot \sum_{i=1}^{k-1} \frac{(\lambda \cdot x)^i}{i!}. \quad (2.3)$$

Функция плотности распределения Эрланга:

$$f_k(x) = \frac{\lambda \cdot (\lambda \cdot x)^{k-1}}{(k-1)!} \cdot e^{-\lambda \cdot x}. \quad (2.4)$$

В данных формулах  $\lambda$  и  $k$  — положительные параметры распределения ( $\lambda \geq 0; k = 1, 2, \dots$ );  $x \geq 0$ .

## 3 Результаты работы

### 3.1 Листинги программы

Специальный эрланговский закон можно ввести частным случаем гамма-распределения с помощью функции (GAMMA (A,B,C,D)). В аргументе A записывается номер генератора равномерно распределенных случайных чисел в диапазоне от 0 до 1, который рекомендуется выбирать из диапазона от 1 до 7. Для специального эрланговского закона аргумент B принимается равным 0, в аргумент C записывается среднее значение, а в аргумент D записывается количество фаз.

В листинге 3.1 представлен код программы.

Листинг 3.1 — Код программы

```
1  GENERATE (UNIFORM(1,1,5)),0,1000
2  MoveTo QUEUE Queue_
3
4  SEIZE Operator_
5  DEPART Queue_
6
7  ADVANCE (GAMMA(1,0,2,2))
8  RELEASE Operator_
9
10 TRANSFER 0.1,Finish,MoveTo
11 Finish TERMINATE 1
12
13 START 1000
```

В листинге 3.2 представлен результат работы программы.

Листинг 3.2 — Результат работы программы

```
1  GPSS World Simulation Report - lab_06.2.1
2
3
4  Friday, December 16, 2022 22:43:31
5
6  START TIME      END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
7  0.000           5468.555    8       1          0
8
9
10 NAME            VALUE
11 FINISH           8.000
```

# Продолжение листинга 3.2

```

12          MOVETO          2.000
13          OPERATOR_      10001.000
14          QUEUE_         10000.000
15
16
17          LABEL          LOC  BLOCK TYPE      ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY
18                                1    GENERATE      1500          0      0
19  MOVETO                2    QUEUE      1623          499      0
20                                3    SEIZE      1124          1      0
21                                4    DEPART      1123          0      0
22                                5    ADVANCE      1123          0      0
23                                6    RELEASE      1123          0      0
24                                7    TRANSFER      1123          0      0
25  FINISH                8    TERMINATE      1000          0      0
26
27
28  FACILITY          ENTRIES  UTIL.    AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY DELAY
29  OPERATOR_        1124    0.817      3.976  1    1036    0    0    0    499
30
31
32  QUEUE          MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME    AVE.(-0) RETRY
33  QUEUE_        502  500    1623      1    199.140    670.986    671.399    0
34
35
36  CEC XN  PRI          M1      ASSEM  CURRENT  NEXT  PARAMETER  VALUE
37    1036    0    4089.879    1036      3      4
38
39
40  FEC XN  PRI          BDT      ASSEM  CURRENT  NEXT  PARAMETER  VALUE
41    1501    0    5468.874    1501      0      1

```

Из полученного результата видно, что при вероятности возврата 0.1 максимальная длина очереди равна 502.