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»

КАФЕДРА «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»

ОТЧЕТ

по лабораторной работе № 6

по курсу «Моделирование»

на тему: «Моделирование системы массового обслуживания с одним генератором и обслуживающим аппаратом на языке GPSS»

Вариант № 11

Студент ИУ7-73Б (Группа) __________ (Подпись, дата) Марченко В. (И. О. Фамилия)

Преподаватель __________ (Подпись, дата) Рудаков И. В. (И. О. Фамилия)

2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Теоретическая часть

1.1 Задачи на лабораторную работу

Разработать программу на языке GPSS для моделирования системы, состоящей из генератора, буферной памяти и обслуживающего аппарата. Генератор подает сообщения, распределенные по равномерному закону, они приходят в память и выбираются на обработку по закону распределения Эрланга. Количество заявок конечно и задано. Предусмотреть случай, когда обработанная заявка возвращается обратно в очередь. Определить длину очереди, при которой не будет потерянных сообщений.

1.2 Равномерное распределение

Говорят, что случайная величина имеет равномерное распределение на отрезке $[a,\ b]$, где $a,\ b \in \mathbb{R}$, если ее плотность вероятности $f_X(x)$ имеет вид:

$$f_X(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a},\ x \in [a,\ b], \\ 0,\ x \notin [a,\ b]. \end{cases} \tag{1.1}$$

Функция распределения имеет вид:

$$F_X(x) = \begin{cases} 0,\ x < a, \\ \frac{x-a}{b-a},\ a \leq x < b, \\ 1,\ x \geq b. \end{cases} \tag{1.2}$$

Обозначение равномерно распределенной случайной величины: $X \sim U[a,\ b]$.

Для генерации времени с помощью равномерного распределения используется следующая формула:

$$t = a + (b-a)R, \tag{1.3}$$

где $R \sim U[0,\ 1]$.

1.3 Распределение Эрланга

Распределение Эрланга представляет собой двухпараметрическое непрерывное распределение вероятностей при $x \in [0,\ \infty)$. Два параметра: положительное целое число k (т. н. «форма») и положительное действительное число λ (т. н. «интенсивность»). Иногда вместо параметра λ используют т. н. «масштаб» $\beta = \frac{1}{\lambda}$.

Плотность вероятности распределения Эрланга:

$$f_X(x;\ k,\ \lambda) = \frac{\lambda^k x^{k-1} e^{-\lambda x}}{(k-1)!},\ x, \lambda \geq 0. \tag{1.4}$$

Если вместо λ использовать β, то плотность вероятности будет иметь вид:

$$f_X(x;\ k,\ \beta) = \frac{x^{k-1} e^{-\frac{x}{\beta}}}{\beta^k (k-1)!},\ x, \beta \geq 0. \tag{1.5}$$

Функция распределения случайной величины:

$$F_X(x;\ k,\ \lambda) = \frac{\gamma(k, \lambda x)}{\Gamma(k)} = \frac{\gamma(k, \lambda x)}{(k-1)!}, \tag{1.6}$$

где Γ — гамма-функция, а γ — нижняя неполная гамма-функция.

Обозначение случайной величины, распределенной по закону Эрланга: $X \sim \mathrm{Erlang}(k,\ \lambda)$.

Для генерации времени с помощью распределения Эрланга используется следующая формула:

$$t = -\frac{1}{k\lambda} \sum_{i=1}^{k} \ln(1 - R_i), \tag{1.7}$$

где $R_i \sim U[0,\ 1]$.

2 Примеры работы программы

На рисунках 2.1–2.4 показаны результаты работы программы при различных значениях параметров.

```
              START TIME           END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
                   0.000           7438.206     8        1          0


              NAME                       VALUE
          MAINQUEUE                    10000.000
          PROCESSFINISH                    8.000
          QUEUEBEGIN                       2.000
          SERVICEBLOCK                 10001.000


 LABEL              LOC  BLOCK TYPE     ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY
                    1    GENERATE          1000             0       0
QUEUEBEGIN          2    QUEUE             1000             0       0
                    3    SEIZE             1000             0       0
                    4    DEPART            1000             0       0
                    5    ADVANCE           1000             0       0
                    6    RELEASE           1000             0       0
                    7    TRANSFER          1000             0       0
PROCESSFINISH       8    TERMINATE         1000             0       0


FACILITY         ENTRIES  UTIL.   AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY DELAY
 SERVICEBLOCK      1000    0.659      4.903  1        0    0    0     0      0


QUEUE              MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME   AVE.(-0) RETRY
 MAINQUEUE           2    0   1000    796     0.054      0.401      1.966   0
```

Рисунок 2.1 – Результат работы программы № 1

```
              START TIME           END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
                   0.000           7504.331     8        1          0


              NAME                       VALUE
          MAINQUEUE                    10000.000
          PROCESSFINISH                    8.000
          QUEUEBEGIN                       2.000
          SERVICEBLOCK                 10001.000


 LABEL              LOC  BLOCK TYPE     ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY
                    1    GENERATE          1000             0       0
QUEUEBEGIN          2    QUEUE             1351             0       0
                    3    SEIZE             1351             0       0
                    4    DEPART            1351             0       0
                    5    ADVANCE           1351             0       0
                    6    RELEASE           1351             0       0
                    7    TRANSFER          1351             0       0
PROCESSFINISH       8    TERMINATE         1000             0       0


FACILITY         ENTRIES  UTIL.   AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY DELAY
 SERVICEBLOCK      1351    0.882      4.899  1        0    0    0     0      0


QUEUE              MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME   AVE.(-0) RETRY
 MAINQUEUE           9    0   1351    425     1.081      6.003      8.758   0
```

Рисунок 2.2 – Результат работы программы № 2

```
              START TIME           END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
                   0.000           9835.013     8        1          0


              NAME                       VALUE
          MAINQUEUE                  10000.000
          PROCESSFINISH                  8.000
          QUEUEBEGIN                     2.000
          SERVICEBLOCK               10001.000


 LABEL              LOC  BLOCK TYPE     ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY
                    1    GENERATE           1000             0       0
QUEUEBEGIN          2    QUEUE              1968             0       0
                    3    SEIZE              1968             0       0
                    4    DEPART             1968             0       0
                    5    ADVANCE            1968             0       0
                    6    RELEASE            1968             0       0
                    7    TRANSFER           1968             0       0
PROCESSFINISH       8    TERMINATE          1000             0       0


FACILITY         ENTRIES  UTIL.   AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY DELAY
 SERVICEBLOCK      1968    0.999       4.993  1        0    0    0     0     0


QUEUE              MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME   AVE.(-0) RETRY
 MAINQUEUE         241    0   1968       2   117.423    586.820    587.417   0
```

Рисунок 2.3 – Результат работы программы № 3

```
              START TIME           END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
                   0.000          19702.451     8        1          0


              NAME                       VALUE
          MAINQUEUE                  10000.000
          PROCESSFINISH                  8.000
          QUEUEBEGIN                     2.000
          SERVICEBLOCK               10001.000


 LABEL              LOC  BLOCK TYPE     ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY
                    1    GENERATE           1000             0       0
QUEUEBEGIN          2    QUEUE              3927             0       0
                    3    SEIZE              3927             0       0
                    4    DEPART             3927             0       0
                    5    ADVANCE            3927             0       0
                    6    RELEASE            3927             0       0
                    7    TRANSFER           3927             0       0
PROCESSFINISH       8    TERMINATE          1000             0       0


FACILITY         ENTRIES  UTIL.   AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY DELAY
 SERVICEBLOCK      3927    1.000       5.015  1        0    0    0     0     0


QUEUE              MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME   AVE.(-0) RETRY
 MAINQUEUE         628    0   3927       3   311.675   1563.727   1564.923   0
```

Рисунок 2.4 – Результат работы программы № 4