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»

Лабораторная работа №7 по курсу «Моделирование»

Тема GPSS

Студент Прянишников А. Н.

Группа ИУ7-75Б

Оценка (баллы) ___________________

Преподаватель Рудаков И. В.

Москва — 2022 г.

Условие лабораторной работы

Необходимо промоделировать систему, состоящую из генератора, памяти, и обслуживающего аппарата. Генератор подает сообщения, распределенные по равномерному закону, они приходят в память и выбираются на обработку по закону из ЛР1. Количество заявок конечно и задано. Предусмотреть случай, когда обработанная заявка возвращается обратно в очередь. Необходимо определить оптимальную длину очереди, при которой не будет потерянных сообщений. Реализовать с использованием GPSS.

Мой вариант – 4. Согласно требованиям к лабораторной работе, нужно провести работу с двумя распределениями:

1. Равномерное распределение.
2. Распределение Эрланга.

Теоретическая часть

В этом разделе будет дано описание распределений, использованных в лабораторной работе, а также подходов к решению задачи.

Равномерное распределение

Равномерное распределение – распределение случайной величины, принимающей значения, принадлежащие некоторому промежутку конечной длины, характеризующееся тем, что плотность вероятности на этом промежутке постоянна.

Вывод основных формул

Пусть A и B – границы промежутка равномерного распределения. Исходя из определения, плотность можно посчитать по формуле 1:

$$f(x) = \begin{cases} C, & \text{если } x \in [A, B] \\ 0, & \text{иначе} \end{cases} \quad (1)$$

Одно из важнейших свойств плотности распределения – нормированность. Его математическое представление выражено формуле 2:

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x)\, dx\ = 1 \quad (2)$$

Для равномерного распределения вычислим интеграл, учитывая свойства интеграла и формулу 1:

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x)\, dx\ = \int_{-\infty}^{A} 0\, dx + \int_{A}^{B} C\, dx + \int_{B}^{\infty} 0\, dx\ = \int_{A}^{B} C\, dx\ = C*(B-A) \quad (3)$$

Вычислим плотность распределения, сравняв полученное в формулах 2 и 3:

$$C * (B - A) = 1 \to C = 1/(B - A) \quad (4)$$

Окончательная формула плотности распределения для равномерной случайной величины представлена на формуле 5:

$$f(x) = \begin{cases} 1/(B - A), & \text{если } x \in [A, B] \\ 0, & \text{иначе} \end{cases} \quad (5)$$

Функцию распределения, зная плотность, можно рассчитать по формуле 6:

$$F_X(x) = \int_{-\infty}^{x} f_X(t)\, dt\ = 1 \quad (6)$$

Для равномерного распределения требуется рассмотреть три случая: $x < A$; $x \in [A, B]$; $x > B$. Рассчитывая интеграл для каждого из трёх случаев, получим формулу 7:

$$F_X(x) = \begin{cases} 0 & \text{если } x < A \\ \frac{x-A}{B-A}, & \text{если } x \in [A, B] \\ 1, & x > B \end{cases} \tag{7}$$

Распределение Эрланга

Распределение Эрланга – частный случай Гамма-распределения, двухпараметрическое абсолютно непрерывное распределение, в котором параметр k принимает целочисленное значение.

Основные формулы

Распределение Эрланга задаётся двумя параметрами: $\alpha > 0$ и $k > 0$, причём второй параметр обязательно должен быть целым числом.

Формула плотности вероятности случайной величины, распределённой по закону Эрланга, представлена на формуле 8:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{\alpha(\alpha * x)^{k-1}}{(k-1)!} e^{-\alpha * x} & \text{если } x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases} \tag{8}$$

Функция распределения случайной величины выражена формулой 9:

$$F(x) = \begin{cases} \frac{\int_0^x t^{k-1} * e^{-x/\alpha}\, dt}{(k-1)! * \alpha^k} & \text{если } x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases} \tag{9}$$

Реализация

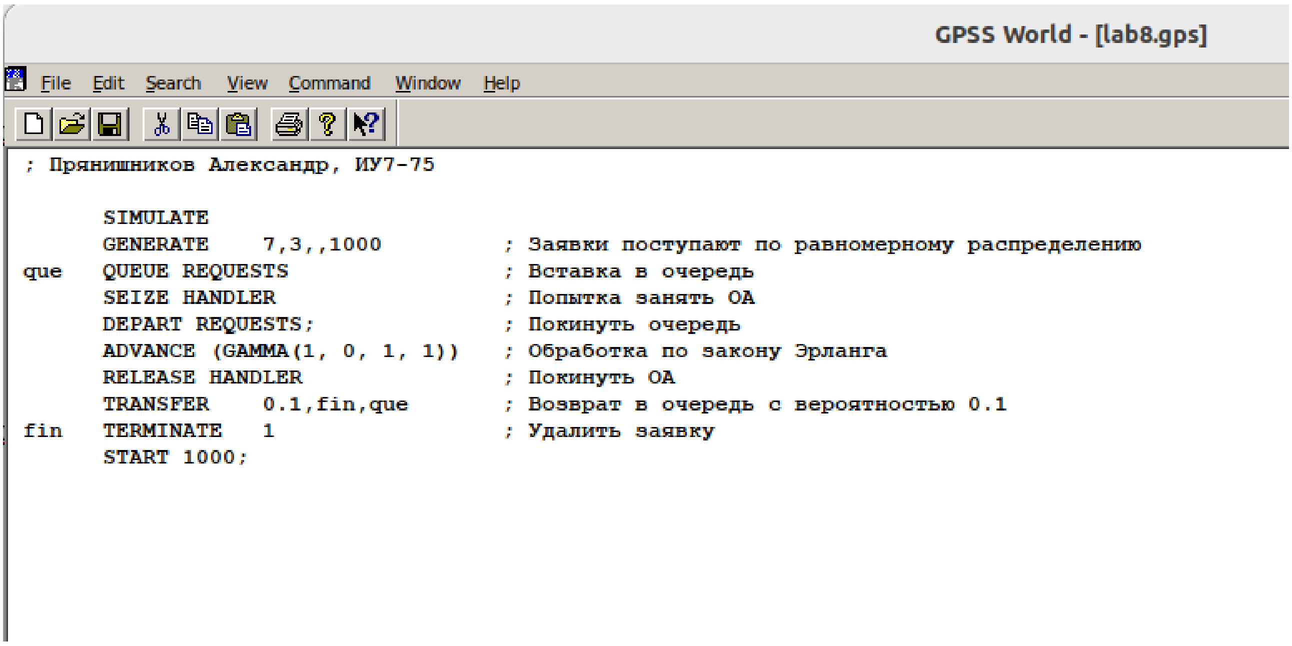
В этом разделе будет приведены листинги кода реализации алгоритмов, продемонстрирована работа программы и построены таблицы с результатами.

Листинги кода

Для реализации ПО был использован язык GPSS

На рисунке 1 представлен код программы.

На рисунке 2 представлен отчет работы программы при 1000 заявках с параметрами $A = 0$. $B = 2$ для равномерного распределения, $k = 1, \alpha = 1$ для распределения Эрланга.




```
; Прянишников Александр, ИУ7-75

        SIMULATE
        GENERATE     7,3,,1000          ; Заявки поступают по равномерному распределению
que     QUEUE REQUESTS                  ; Вставка в очередь
        SEIZE HANDLER                   ; Попытка занять ОА
        DEPART REQUESTS;                ; Покинуть очередь
        ADVANCE (GAMMA(1, 0, 1, 1))     ; Обработка по закону Эрланга
        RELEASE HANDLER                 ; Покинуть ОА
        TRANSFER     0.1,fin,que        ; Возврат в очередь с вероятностью 0.1
fin     TERMINATE    1                  ; Удалить заявку
        START 1000;
```

Рисунок 1: Код программы

```
              GPSS World Simulation Report - lab8.73.1


                   Saturday, December 17, 2022 18:23:48

           START TIME           END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
                0.000           1172.173     8        1          0


              NAME                       VALUE
          FIN                              8.000
          HANDLER                      10001.000
          QUE                              2.000
          REQUESTS                     10000.000

 LABEL              LOC  BLOCK TYPE     ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY
                    1    GENERATE          1000             0       0
QUE                 2    QUEUE             1116             0       0
                    3    SEIZE             1116             0       0
                    4    DEPART            1116             0       0
                    5    ADVANCE           1116             0       0
                    6    RELEASE           1116             0       0
                    7    TRANSFER          1116             0       0
FIN                 8    TERMINATE         1000             0       0


FACILITY         ENTRIES  UTIL.   AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY DELAY
 HANDLER           1116    0.997       1.048  1        0    0    0     0      0


QUEUE              MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME   AVE.(-0) RETRY
 REQUESTS          190    0   1116       2   100.421    105.476    105.665   0
```

Рисунок 2: Отчет работы программы

Полученные результаты

Тестирование проводилось при различных параметрах вероятности p возврата обработанной заявки в очередь. Результаты для $p = 0.1$ приведены в таблице 1. Результаты для $p = 0.5$ приведены в таблице 2. Для обоих таблиц: первый столбец – количество обработанных заявок, во втором столбце – параметры равномерного распределения, в третьем – параметры распределения Эрланга.

Таблица 1: Таблица полученных значений при $p = 0.1$

N заявок	A, B	K, α	Результат
1000	1, 5	1, 1	3
1000	0, 2	1, 1	190
1000	0, 10	1, 1	4
1000	1, 5	1, 3	109

Таблица 2: Таблица полученных значений при $p = 0.5$

N заявок	A, B	K, α	Результат
1000	1, 5	1, 1	6
1000	0, 2	1, 1	570
1000	0, 10	1, 1	5
1000	1, 5	1, 3	514