МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

“ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

КАФЕДРА ПРОГРАМНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГИЙ УПРАВЛІННЯ

Лабораторна робота № 3

З курсу «Інформаційні технології у системах масового обслуговування»

«Дослідження одноканальної СМО з обмеженням по часу за допомогою пакета GPSS»

3 курс VI семестр

Виконала:

студентка групи КН 36-б

Ликова Маргарита

Перевірив:

проф. каф. ПІІТУ

Голоскоков О. Є.

ХАРКІВ 2019

**Постановка задачи**

Имеется одноканальная СМО с ограничением по времени ожидания в очереди. На вход СМО подается простейший поток заявок с известной интенсивностью. Согласно свойству простейшего потока, закон распределения между двумя заявками подчиняется экспоненциальному закону. Время обслуживания заявки является случайной величиной, которая подчиняется экспоненциальному закону с параметром μ.

Необходимо решить эту задачу двумя способами: аналитически и численно, сопоставить полученные результаты.

Рассмотрим в качестве объекта исследования магазин. Будем интерпретировать магазин как одноканальную СМО. Магазин имеет один кассовый аппарат. На вход СМО подается простейший поток заявок с интенсивностью =1 (клиентов в минуту). Длительность обслуживания покупателя кассовым аппаратом подчиняется экспоненциальному закону. Средняя длительность обслуживания клиента на кассе = 0,8 (мин.). Максимальное количество покупателей, которые могут стоять в очереди n=1. Количество поступающих заявок не ограничено. Среднее количество покупателей, которые оставляют очередь, не дождавшись обслуживания,  в минуту.

Определить числовые характеристики одноканальной СМО с ограничением по времени ожидания в очереди.

В работе будет рассмотрено два подхода. Первый подход основан на аналитическом решении поставленной задачи, второй – на основе использования математического аппарата имитационного моделирования.

**Аналитическое решение**

В силу условленной задачи можно считать, что в системе наблюдается Марковский процесс, что позволяет использовать соответствующий математический аппарат.

Процесс функционирования системы отображен в виде графа состояний (рисунок 1).

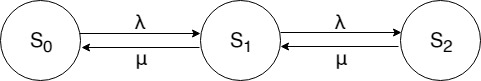


Рисунок 1 – Граф состояний функционирования системы

где μ – интенсивность возврата из (i+1) состояния в i-е, а λ - интенсивность перехода из i-го состояния в (i+1).

Анализируя структуру графа, можно отметить, что это частный случай процесса гибели и размножения.

В состоянии  канал свободен.

В состоянии  канал занят.

В состоянии  канал занят, одна заявка в очереди.

Состояния системы будут отображены в виде системы линейных уравнений

,

На основе графа состояний преобразуем систему:



где – приведенная интенсивность.

В качестве характеристик данного СМО выберем:









 - среднее число заявок в очереди.

 - относительная пропускная способность.

 - абсолютная пропускная способность.

 - среднее время ожидания заявки в очереди.

 - среднее время пребывания заявки в СМО.

Вычислим интенсивность обслуживания клиента кассовым аппаратом:



Используя понятие приведенной интенсивности, вычислим:

.

Определим вероятность нахождения системы в состояниях ,  и 









Определим среднее число заявок в очереди:



Вычислим относительную пропускную способность:



Вычислим абсолютную пропускную способность:



Определим среднее время ожидания заявки в очереди:



Определим среднее время пребывания заявки в СМО:



Итоговая таблица результатов аналитического решения представлена ниже.

Таблица 1 - Результаты аналитического решения

|  |  |
| --- | --- |
| Характеристики СМО | Результаты |
| 1. Среднее число заявок в очереди | 0.946 |
| 1. Относительная пропускная способность | 0.662 |
| 1. Абсолютная пропускная способность | 0.662 |
| 1. Среднее время ожидания заявки в очереди | 0.338 |
| 1. Среднее время пребывания заявки в СМО | 1.588 |
| 1. Вероятность отказа | 0.338 |

**Решение на основе использования имитационного моделирования**

Автором разработана программа для пакета GPSS:

STAND STORAGE 1 // выделение памяти для системы

GENERATE 0.7 // интенсивность обслуживания заявки

GATE SNF STAND,OUT // проверка занятости канала на входе и выходе

ENTER STAND // вход в систему

SEIZE SERVICE // определение занятости канала обслуживания

LEAVE STAND // выход из системы

ADVANCE(EXPONENTIAL(1.25,0,2.15)) // временная задержка обслуживания заявки в системе

RELEASE SERVICE // освобождение канала обслуживания

SUCCESS TERMINATE // успешный запуск работы системы

OUT TERMINATE // завершение работы системы

GENERATE 100000 // количество входных заявок

SAVEVALUE PRIV\_INTENS,(N$OUT/(N$SUCCESS))

SAVEVALUE PO,(((N$OUT/(N$SUCCESS))-1)/(((N$OUT/(N$SUCCESS))^4)-1))

SAVEVALUE PI,((((N$OUT/(N$SUCCESS))-1)/(((N$OUT/(N$SUCCESS))^4)-1))\*(N$OUT/(N$SUCCESS)))

SAVEVALUE PII,((((N$OUT/(N$SUCCESS))-1)/(((N$OUT/(N$SUCCESS))^4)-1))\*(N$OUT/(N$SUCCESS))\*(N$OUT/(N$SUCCESS)))

SAVEVALUE VER\_OTKAZA,((((N$OUT/(N$SUCCESS))-1)/(((N$OUT/(N$SUCCESS))^4)-1))\*(N$OUT/(N$SUCCESS))\*(N$OUT/(N$SUCCESS))\*(N$OUT/(N$SUCCESS)))

SAVEVALUE OTN\_PROP\_SPOSOBNOST,(1-((((N$OUT/(N$SUCCESS))-1)/(((N$OUT/(N$SUCCESS))^4)-1))\*(N$OUT/(N$SUCCESS))\*(N$OUT/(N$SUCCESS))\*(N$OUT/(N$SUCCESS))))

SAVEVALUE ABS\_PROP\_SPOSOBNIST,(1\*(1-((((N$OUT/(N$SUCCESS))-1)/(((N$OUT/(N$SUCCESS))^4)-1))\*(N$OUT/(N$SUCCESS))\*(N$OUT/(N$SUCCESS))\*(N$OUT/(N$SUCCESS)))))

SAVEVALUE SREDN\_TIME\_IN\_Q,((1/(0.8))\*((((N$OUT/(N$SUCCESS))-1)/(((N$OUT/(N$SUCCESS))^4)-1))\*(N$OUT/(N$SUCCESS))\*(N$OUT/(N$SUCCESS))))

SAVEVALUE SREDN\_TIME\_IN\_SMO,((1/(0.8))+((1/(0.8))\*((((N$OUT/(N$SUCCESS))-1)/(((N$OUT/(N$SUCCESS))^4)-1))\*(N$OUT/(N$SUCCESS))\*(N$OUT/(N$SUCCESS)))))

TERMINATE 1 // заявки покидают систему по одной

START 1 // завершение при прогоне модели один раз

Результаты выполнения:

На рисунке 2 представлены численные характеристики, посчитанные с помощью программы пакета GPSS.

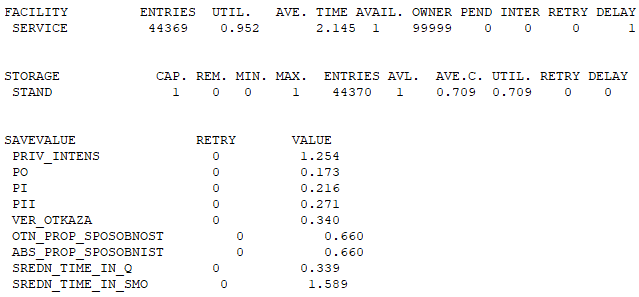


Рисунок 2 – Результаты выполнения программы в пакете GPSS

Итоговая таблица результатов имитационного моделирования представлена ниже (таблица 2).

Таблица 2 - Результаты имитационного моделирования

|  |  |
| --- | --- |
| Характеристики СМО | Результаты |
| 1. Среднее число заявок в очереди | 1.254 |
| 1. Относительная пропускная способность | 0.660 |
| 1. Абсолютная пропускная способность | 0.660 |
| 1. Среднее время ожидания заявки в очереди | 0.339 |
| 1. Среднее время пребывания заявки в СМО | 1.589 |
| 1. Вероятность отказа | 0.339 |

**Сопоставление результатов**

Таблица 3 – Сравнение аналитического и численного решений

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Аналитическое решение | Программное решение для 1 заявки в очереди |
| 1. Среднее число заявок в очереди | 0.946 | 1.254 |
| 1. Относительная пропускная способность | 0.662 | 0.660 |
| 1. Абсолютная пропускная способность | 0.662 | 0.660 |
| 1. Среднее время ожидания заявки в очереди | 0.338 | 0.339 |
| 1. Среднее время пребывания заявки в СМО | 1.588 | 1.589 |
| 1. Вероятность отказа | 0.338 | 0.339 |

Проанализировав таблицу 3 отметим, что результаты, полученные с помощью аналитического решения и имитационного моделирования, практически совпадают.

**Выводы**

Выполняя лабораторную работу, была исследована одноканальная СМО с очередью. Исследование выполнялось численным (с помощью пакета GPSS) и аналитическим решениями. Получены численные характеристики одноканальной СМО, такие как среднее число заявок в очереди, вероятность отказа системы, относительная пропускная способность, абсолютная пропускная способность, среднее время ожидания заявки в очереди и среднее время пребывания заявки в СМО.

Сравнивая результаты численного и аналитического решений, приведенные в таблице 3, можно сделать вывод, что в значениях вычисленных характеристик присутствует небольшое отклонение.