

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра космического приборостроения и систем связи

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Е. Доктионова

«15» 12

(2017) г.



**ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИТИЧЕСКОГО И
ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ
ИССЛЕДОВАНИИ ОДНОКАНАЛЬНЫХ СИСТЕМ
МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ**

Методические указания
по выполнению практической работы №3
для студентов, обучающихся по направлению подготовки
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
по курсу «Теория телетрафика»

Курск 2017

УДК 621.391

Составители: А.В. Хмелевская, А.Н. Швцов

Рецензент

Доктор технических наук, старший научный сотрудник,
профессор кафедры *В.Г. Андронов*

Изучение методов аналитического и имитационного моделирования при исследовании одноканальных систем массового обслуживания: методические указания по выполнению практической работы №3 по курсу «Теория телетрафика» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. А.В. Хмелевская, А.Н. Шевцов. Курск, 2017. – 12 с.: ил. 2, табл. 1. – Библиогр.: с. 12.

Методические указания по выполнению практической работы содержат краткие теоретические сведения о аналитических и имитационных методах моделирования одноканальных систем массового обслуживания, задания для выполнения работы, примеры их выполнения, а также перечень вопросов для самоконтроля.

Методические указания полностью соответствуют требованиям типовой программы, утвержденной УМО по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», а также рабочей программе дисциплины «Теория телетрафика».

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 11.03.02 очной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *15.12.17*. Формат 60x84/16.

Усл. печ. л. *0,697*. Уч.-изд. л. *0,63*. Тираж 100 экз. Заказ. *3260* Бесплатно
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

1 Цель работы

- овладение аналитическими методами и методами имитационного моделирования исследования одноканальных систем массового обслуживания.

2 Теоретические сведения

2.1 Основные понятия и определения

Модель одноканальной системы массового обслуживания (СМО) с отказами (потерями) является простейшей из всех моделей, используемых для решения задач теории массового обслуживания.

Система массового обслуживания в этом случае состоит только из одного канала ($n = 1$) и на нее поступает пуассоновский поток заявок с интенсивностью λ , которую будем считать не зависящей от времени.

Заявка, заставшая канал занятым, получает отказ и покидает систему необслуженной.

Заявка, заставшая канал свободным, поступает на обслуживание, которое продолжается в течение случайного времени T_s , распределенного по показательному закону с параметром μ :

$$f(t) = \mu \cdot e^{-\mu t} (t > 0) \quad (1)$$

Поток обслуживания представляет собой, таким образом, простейший (пуассоновский) поток с интенсивностью μ . Чтобы представить себе этот поток, можно вообразить один непрерывно занятый канал, который будет формировать поток обслуженных заявок интенсивности μ .

СМО с отказами характеризуются следующими величинами.

Относительная пропускная способность – отношение среднего числа обслуженных заявок за единицу времени к среднему числу всех поступивших заявок за тоже время, т.е. средняя доля обслуженных заявок среди всех поступивших.

Абсолютная пропускная способность – среднее число заявок, которое может обслужить СМО в единицу времени.

Вероятность отказа – средняя доля не обслуженных заявок среди всех поступивших.

Нахождение предельных вероятностей состояний системы p_0 (вероятность того, что в системе находится 0 заявок) и p_1 (вероятность того, что в системе находится 1 заявка) несложно отыскивается на основании решений уравнений Колмогорова для стационарного режима:

$$p_0 = \frac{\mu}{\lambda + \mu} \quad (2)$$

$$p_1 = \frac{\lambda}{\lambda + \mu} \quad (3)$$

Для одноканальной СМО с отказами вероятность p_0 есть не что иное, как относительная пропускная способность q . Действительно, p_0 есть вероятность того, что в момент t канал свободен, или вероятность того, что заявка, пришедшая в момент t , будет обслужена. Следовательно, для данного момента времени t среднее отношение числа обслуженных заявок к числу поступивших также равно p_0 ($q = p_0$).

В установившемся режиме обслуживания предельное значение относительной пропускной способности будет равно:

$$q = \frac{\mu}{\lambda + \mu} \quad (4)$$

Зная относительную пропускную способность q , легко найти абсолютную пропускную способность A . Они связаны очевидным соотношением:

$$A = \lambda \cdot q \quad (5)$$

В установившемся режиме обслуживания предельное значение относительной пропускной способности будет равно:

$$A = \frac{\lambda}{\lambda + \mu} \quad (6)$$

Зная относительную пропускную способность системы q (вероятность того, что пришедшая в момент t заявка будет обслужена), легко найти вероятность отказа, или долю необслуженных заявок среди пришедших:

$$p_{отк} = 1 - q \quad (7)$$

В установившемся режиме:

$$p_{отк} = 1 - \frac{\mu}{\lambda + \mu} = \frac{\lambda}{\lambda + \mu}. \quad (8)$$

3 Задание на практическую работу

3.1 Расчет на аналитической модели

1) В приложении Microsoft Excel подготовьте таблицу, представленную на рисунке 1.

Аналитическая модель					Имитационная модель					
Экспоненциальное обслуживание					Экспоненц. обслуживание			Регулярное обслуживание		
T_a	T_s	$P_{отк}$	q	A	$P_{отк}$	q	A	$P_{отк}$	q	A

Рисунок 1 – Вид исходной таблицы

2) В двух первых столбцах таблицы запишите свои исходные данные (средний интервал между заявками входного потока T_a и среднее время обслуживания в канале T_s соответственно), которые определяются по правилу:

$$T_a = \text{«последние две цифры номера зачетки»}$$

$$T_s = (0,1 \cdot T_a \cdot i), i = 1, \dots, 9$$

3. В столбцы с третьего по пятый впишите формулы для расчета показателей $P_{отк}$, q и A .

3.2 Эксперимент на имитационной модели

1) Задайте режим запусков с экспоненциально распределенным временем обслуживания, задав значение соответствующего параметра равным 1.

2) Для каждой комбинации T_a и T_s осуществите запуск модели.

3) Результаты запусков внесите в таблицу.

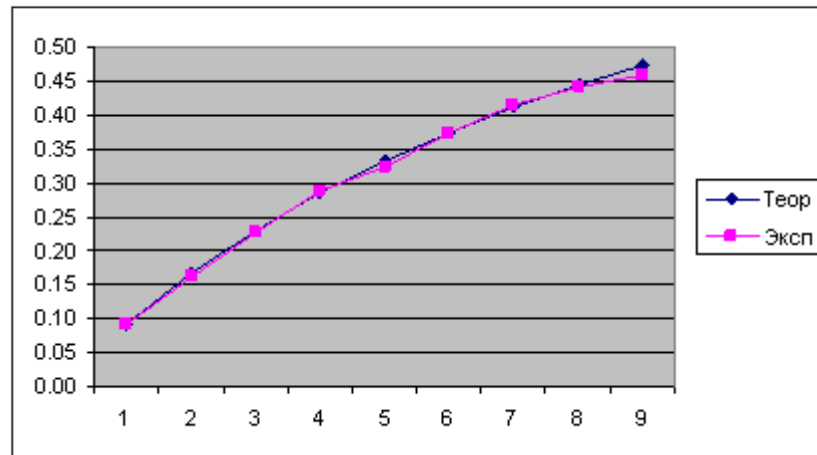
4) Внесите в соответствующие столбцы таблицы формулы для расчета среднего значения показателя $P_{отк}$, q и A .

5) Повторите пп.1-3 для детерминированного закона времени обслуживания заявок, задав значение соответствующего параметра равным 2.

3.3 Анализ результатов

1) Проанализируйте результаты, полученные теоретическим и экспериментальным способами, сравнив результаты между собой.

2) Постройте на одной диаграмме графики зависимости $P_{отк}$ от T_s на теоретически и экспериментально полученных данных для случая экспоненциально распределенного времени обслуживания.



3) Выполните предыдущий пункт на экспериментально полученных данных для случаев экспоненциально распределенного и детерминированного времени обслуживания.

4 Содержание отчета

Практическая работа рассчитана на 2 часа для очной формы обучения направления подготовки 11.03.02 и выполняется в 3й контрольной точке.

Отчет по работе должен включать:

- цель работы;
- краткие теоретические сведения;
- исходные данные;
- порядок выполнения работы;
- таблицу с расчетными и экспериментальными результатами;
- графический материал согласно описаниям предыдущих пунктов;
- выводы о проделанной работе с анализом полученных результатов.

Минимальный балл за практическую работу составляет 0.5 балла (выполнил работу, но не защитил). Максимальный балл – 3 (выполнил работу и защитил без замечаний).

Примерные критерии оценки качества отчётов по лабораторной работе:

- оформление отчёта не соответствует предъявляемым требованиям – минус 0,5 балла;
- полученные экспериментальные материалы не обработаны (осциллограммы, спектрограммы и т. п.) – минус 0.5 балла;
- выводы не соответствуют результатам работы – минус 0,5 балла;
- работа защищена не вовремя (после окончания 1й контрольной точки) – минус 0.5 балла.

5 Задачи на практическую работу

1) На телефонную линию поступает простейший поток вызовов с интенсивностью $\lambda = 0,9$ вызовов в минуту. Производительность телефонной линии $\mu = 0,7$ вызовов в минуту. Определить относительную и абсолютную пропускную способности, вероятность отказа и среднее время простоя канала.

2) Справочное бюро имеет одну телефонную линию, на которую приходится в среднем 0,4 вызова в минуту. Среднее время разговора 1,3 мин. Считая потоки простейшими, найти абсолютную и относительную пропускные способности справочного бюро и вероятность отказа абоненту.

3) Сборочный участок производит в один час 90 блоков, т.е. интенсивность потока $\lambda = 1.5$ блоков в минуту. На этом участке работает контролер, который выборочно проверяет изготовленные блоки аппаратуры, средняя продолжительность контрольных операций равна 1,25 минут. Если в момент прибытия очередного блока контролер занят, то этот блок сразу же передается на дальнейшие операции без промежуточного контроля. Производство непрерывное и продолжается до обнаружения дефекта в одном из блоков, в этом случае технологический процесс останавливается, и выясняются причины неисправности. Необходимо определить, какая часть продукции в таких условиях подвергается контролю, и какая часть продукции пропускается на дальнейшие операции без контроля (т.е. какая часть получает отказ от прохождения контрольных операций).

4) В мастерской по ремонту обуви в понедельник работает только один мастер, который выполняет заказ в среднем за 25 мин. Клиенты заходят в мастерскую в среднем каждые 35 мин и в случае занятости мастера уходят. Определить характеристики работы обувной мастерской и отношение *заработанные деньги/не заработанные деньги*, если средняя стоимость ремонта составляет 80 руб.

5) В результате наблюдений установлено, что интенсивность телефонных звонков диспетчеру жилищно-эксплуатационной конторы, имеющих характер простейших пуассоновских потоков, составляет 1,1 вызовов в минуту, средняя продолжительность разговора (обслуживание клиента) составляет 2,3 мин. Определить характеристики работы диспетчера конторы также количество обслу-

женных и не обслуженных клиентов за 1 час работы. Сравнить фактическую пропускную способность с номинальной (когда каждый клиент обслуживается 2,5 мин).

6 Контрольные вопросы

- 1) Дайте краткое описание модели СМО с отказами.
- 2) Какими показателями характеризуется функционирование СМО с отказами?
- 3) Как рассчитывается вероятность p_0 ?
- 4) Как рассчитывается вероятность p_1 ?
- 5) Что такое относительная пропускная способность?
- 6) Что такое абсолютная пропускная способность?
- 7) Чему равна вероятность отказа обслуживания заявки?
- 8) Приведите примеры СМО с отказами.

7 Список используемых источников

1) Козликин, В.И. Теория массового обслуживания [Текст] : учебное пособие / В. И. Козликин, Л. П. Кузнецова ; Минобрнауки России, Юго-Западный государственный университет. - Курск : ЮЗГУ, 2013. - 143 с

2) Кирпичников, А. П. Методы прикладной теории массового обслуживания [Текст] / А. П. Кирпичников. - Казань : Казанский университет, 2011. - 200 с.

3) Теория вероятностей [Текст] : учебное пособие : [для студентов техн. и экон. спец. дневной, заочной и дистан. форм обучения] / Е. В. Журавлева [и др.] ; Юго-Зап. гос. ун-т. - Курск : ЮЗГУ, 2015. - 175 с

4) Крылов, В.В. Теория телетрафика и ее приложения [Текст] : учебное пособие / В. В. Крылов, С. С. Самохвалова. - СПб. : БХВ-Петербург, 2005. - 288 с

5) Вентцель, Е. С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология [Текст] : учебное пособие / Е. С. Вентцель. - М. : Высшая школа, 2001. - 208 с.