

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет»
Институт Экономики и Бизнеса

Козлова Л.А.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ
РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ПРОГРАММНЫЕ ПРОДУКТЫ
МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ»**

для студентов бакалавриата по направлению 38.03.05 «Бизнес-информатика»
всех форм обучения и профилей

Ульяновск, 2018

Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Программные продукты моделирования систем массового обслуживания» для студентов бакалавриата по направлению 38.03.05 «Бизнес-информатика» всех форм обучения и профилей/ Составитель Козлова Л.А.: УлГУ, Институт экономики и бизнеса, 2018 – 13 с.

Настоящие методические указания предназначены для студентов бакалавриата по направлению 38.03.05 «Бизнес-информатика» всех форм обучения, изучающих дисциплину «Программные продукты моделирования систем массового обслуживания».

В работе приведены литература по дисциплине, задания и указания для выполнения лабораторных работ, вопросы по изученным темам.

Рекомендованы к введению в образовательный процесс Ученым советом Института экономики и бизнеса УлГУ (протокол № 213/09 от 24 мая 2018 г.).

Оглавление

1. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	6
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....	6
2.1. Лабораторная работа №1. Тема: Имитационное моделирование систем массового обслуживания. Моделирование работы одноканальной СМО с неограниченной очередью.	6
2.2. Лабораторная работа №2. Тема: Имитационное моделирование систем массового обслуживания. Моделирование работы многоканальной СМО с неограниченной очередью.	8
2.3. Лабораторная работа №3. Тема: Имитационное моделирование систем массового обслуживания. Моделирование работы СМО с ограниченным временем ожидания заявок в очереди.	9
2.4. Лабораторная работа №4. Тема: Имитационное моделирование систем массового обслуживания. Моделирование работы одноканальной СМО с ограниченной очередью.	11
2.5. Лабораторная работа №5. Тема: Имитационное моделирование систем массового обслуживания. Моделирование работы одноканальной СМО с групповым обслуживанием заявок.	12

1. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

основная:

1. Лихачев А.В., Методы математического моделирования процессов и систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / Лихачев А.В. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2015. - 96 с. - ISBN 978-5-7782-2655-5 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/>
2. Мочалов, В. П. Модели массового обслуживания в информационных системах : учебное пособие / В. П. Мочалов, Н. Ю. Братченко. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 126 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/66031.html>

дополнительная:

3. Рябко, Б. Я. Сборник задач по теории вероятностей и основам теории массового обслуживания [Электронный ресурс] / Б. Я. Рябко. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2010. — 77 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/54776.html>
4. Мицель, А. А. Сборник задач по имитационному моделированию экономических процессов / А. А. Мицель, Е. Б. Грибанова. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. — 218 с. — ISBN 978-5-86889-358-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/72177.html>
5. Мицель А.А., Грибанова Е.Б. Имитационное моделирование экономических процессов в Excel/ А. А. Мицель, Е. Б. Грибанова. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. – 115 с. - Текст : электронный // URL: https://portal.tpu.ru/SHARED/k/KATAEV/academics/Tab1/MIM_P_Lab_Excel.pdf - свободный доступ.
6. Карташевский, В. Г. Задачник по курсу основы теории массового обслуживания [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Г. Карташевский, Н. В. Киреева, Л. Р. Чупахина. — Электрон. текстовые данные. — Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 121 с. — 2227-8397. —

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75373.html>

7. Теория систем массового обслуживания [Электронный ресурс] : учебное пособие / сост. А. В. Шапошников [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. — 134 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75605.html>
8. Слиденко, А. М. Методы оптимальных решений в примерах и задачах : учебное пособие / А. М. Слиденко, Е. А. Агапова. — Воронеж : Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого, 2015. — 163 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/72699.html>

учебно-методическая:

9. Козлова Любовь Александровна. Системы массового обслуживания [Электронный ресурс]: электронный учебный курс : учеб. пособие по направл. подгот. "Бизнес-информатика" / Козлова Любовь Александровна; УлГУ. - Электрон. текстовые дан. - Ульяновск: УлГУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - (Электронный учебный курс). - CD-ROM.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Лабораторная работа – это аудиторное занятие в рамках изучаемой дисциплины, которое проводится с применением современных информационных технологий и предполагает в значительной степени самостоятельное выполнение задания, направленного на закрепление и углубление знаний, полученных на лекционных и семинарских занятиях.

Каждая лабораторная работа имеет свою цель и результат, который должен быть получен в результате ее выполнения. Цели и результаты лабораторной работы раскрываются в рабочей программе дисциплины «Программные продукты моделирования систем массового обслуживания». Перед выполнением лабораторной работы необходимо изучить или повторить теоретические сведения, которые необходимы для выполнения работы. На лабораторном занятии следует внимательно ознакомиться с предложенным заданием, выполнить его, прибегая при необходимости к консультации преподавателя, а затем продемонстрировать выполненную работу преподавателю. При сдаче выполненной лабораторной работы преподаватель может задать уточняющие вопросы.

Лабораторные работы по дисциплине «Программные продукты моделирования систем массового обслуживания» выполняются в программе MS Excel и в системе Mathcad. Сначала в качестве примера решается одна или несколько задач, описанные с пояснениями, далее решаются аналогичные задачи.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

2.1. Лабораторная работа №1. Тема: Имитационное моделирование систем массового обслуживания. Моделирование работы одноканальной СМО с неограниченной очередью.

Аудиторное время работы: 2 часа.

1. Изучить теоретический материал на тему: Системы массового обслуживания с ожиданиями из учебника [7], глава 2, п.п. 2.2.1, 2.2.2 на стр. 51-56.
2. Перейти к разбору и выполнению лабораторной работы: источник - [5], п.2 Имитационное моделирование систем массового обслуживания, п. 2.1. Одноканальная система массового обслуживания. Реализовать в Excel разобранный и описанный в тексте по шагам пример.
3. Самостоятельно, аналогично реализованному примеру, решить следующие задачи:

Задача 2.1.1. Выполните имитацию работы банка, осуществляющего прием вкладов. Размер депозита является случайной величиной с нормальным законом распределения (среднее значение - MD ; среднее квадратическое отклонение - SD). Время между приходом двух вкладчиков – случайная величина с показательным законом распределения (среднее значение - t_z), а время обслуживания равномерно распределено на интервале $[a; b]$. Пусть исходные значения равны величинам: $MD=30000$ руб.; $SD=10000$ руб.; $t_z=1$ час; $a=20$ мин.; $b=30$ мин.; $t_n=9$ ч., число заявок равно 5. Определите время прихода последнего клиента, среднее время пребывания клиента в системе. Какой общий размер вкладов будет осуществлен а) после прихода пяти клиентов; б) к моменту времени 12:00 ч.?

Задача 2.1.2. Проведите 10 экспериментов и рассчитайте величины:

- среднее время ожидания;
- среднее число обслуженных заявок за период с 9:00 до 15:00 ч.

Задача 2.1.3. Предположите, что $t_n=0$ и выполните имитацию описанным на рис. 2.3 способом [5].

Задача 2.1.4. Пусть банковская автоматизированная система может выходить из строя, что приводит к необходимости вызова специалистов, устраняющих неполадку. Выполните имитацию периодов нормальной работы системы и ее ремонта, если данные величины являются случайными с показательным законом распределения, а $t_z=30$ дней, $t_o=3$ ч. Рассмотрите процесс поступления 5 заявок (отказов).

4. Показать выполненные задачи преподавателю с объяснением хода выполнения и полученных результатов.

Контрольные вопросы:

1. Приведите примеры одноканальных СМО с неограниченной очередью.
2. Какие показатели эффективности можно рассчитать для одноканальных СМО с неограниченной очередью?
3. Каким процессом описывается работа такой СМО?
4. Для чего используется функция EXCEL СЛЧИС() при моделировании работы СМО?

2.2. Лабораторная работа №2. Тема: Имитационное моделирование систем массового обслуживания. Моделирование работы многоканальной СМО с неограниченной очередью.

Аудиторное время работы: 2 часа.

1. Изучить теоретический материал на тему: Системы массового обслуживания с ожиданиями из учебника [7], глава 2, п.п. 2.3.2 Многоканальные системы массового обслуживания с ожиданием и неограниченным накопителем очереди на стр. 65-68.
2. Перейти к разбору и выполнению лабораторной работы: источник - [5], п.2 Имитационное моделирование систем массового обслуживания, п. 2.2. Двухканальная система массового обслуживания. Реализовать в Excel разобранный и описанный в тексте по шагам пример.
3. Самостоятельно, аналогично реализованному примеру, решить следующие задачи:

Задача 2.2.1. Магазин, располагающий двумя кассами, занимается продажей продовольственных товаров (рис. 2.10) [5]. Время между приходом двух покупателей – случайная величина с показательным законом распределения (среднее значение - t_z), а время обслуживания равномерно распределено на интервале $[a; b]$. Сумма покупки является случайной величиной с нормальным законом распределения (среднее значение - MD ; среднее квадратическое отклонение - SD). Пусть исходные значения равны величинам: $MD=400$ руб.; $SD=100$ руб.; $t_z=10$ мин.; $a=3$ мин.; $b=7$ мин.; $m=9$ ч. Выполните моделирование поступления семи заявок (покупателей). Определите время прихода седьмого клиента. Какой размер выручки получит магазин а) после того, как было обслужено семь покупателей; б) к моменту времени 10:00 ч.?

Задача 2.2.2. Предположите, что рассматриваемый поток клиентов – это потенциальные покупатели, которые с вероятностью P могут совершить покупку ($P=0,6$).

Задача 2.2.3. Пусть время обслуживания – дискретная случайная величина со следующим законом распределения

Значение, мин.	1	2	3	4
Вероятность	0,2	0,2	0,4	0,2

Выполните имитацию, учитывая данное условие.

Задача 2.2.4. Проведите 10 экспериментов и рассчитайте величины:

среднее время ожидания;

средний размер выручки.

4. Показать выполненные задачи преподавателю с объяснением хода выполнения и полученных результатов.

Контрольные вопросы:

1. Приведите примеры многоканальных СМО с неограниченной очередью.
2. Какие показатели эффективности можно рассчитать для многоканальных СМО с неограниченной очередью?
3. Начертить граф состояний такой системы.
4. Для чего используется функция EXCEL EТЕКСТ() при моделировании работы СМО?

2.3. Лабораторная работа №3. Тема: Имитационное моделирование систем массового обслуживания. Моделирование работы СМО с ограниченным временем ожидания заявок в очереди.

Аудиторное время работы: 2 часа.

1. Изучить теоретический материал на тему: Системы массового обслуживания с ожиданиями из учебника [7], глава 2, п.п. 2.4.2 на стр. 71-75.
2. Перейти к разбору и выполнению лабораторной работы: источник - [5], п.2 Имитационное моделирование систем массового обслуживания, п.п. 2.3. Система массового обслуживания с ограниченным по времени ожиданием. Реализовать в Excel разобранный и описанный в тексте по шагам пример.
3. Самостоятельно, аналогично реализованному примеру, решить следующие задачи:

Задача 2.3.1. Менеджер фирмы принимает заказы от клиентов на выполнение различных работ (рис.2.14) [5]. Заказы поступают посредством телефонной связи. Время между двумя звонками является случайной величиной с показательным законом распределения (среднее значение - t_z), время обслуживания (принятия заказа) – случайная величина с нормальным законом распределения (среднее

значение - t_o , среднее квадратическое отклонение - sto). В том случае, если звонок поступил в то время, когда менеджер занят приемом другого заказа, то он получает отказ в обслуживании. Стоимость заказа клиента равномерно распределена на интервале $[a; b]$. Выполните моделирование данной системы при следующих исходных данных: $t_z=15$ мин.; $t_o=15$ мин.; $sto=2$ мин.; $a=5000$ руб.; $b=15000$ руб.; $m=9$ ч. Рассмотрите поступление шести звонков и определите следующие величины: число отказов в обслуживании; общая сумма заказов; время поступления последнего звонка.

Задача 2.3.2. Проведите 10 экспериментов и рассчитайте величины:

1. среднее число отказов в обслуживании;
2. среднюю сумму заказов;
3. среднее время завершения моделирования (время окончания обслуживания последней заявки).

Задача 2.3.3. Выполните моделирование, считая, что вероятность совершения заказа клиентом равна P ($P=0,7$).

Задача 2.3.4. Предположите, что фирма наняла еще одного менеджера и вновь поступивший звонок направляется к свободному в данный момент работнику.

Задача 2.3.5. Пусть новое оборудование фирмы позволяет поступившим звонкам ожидать освобождения менеджера в течение времени $ТО_{max}$. Выполните моделирование при $ТО_{max}=2$ мин. (число каналов обслуживания равно единице), рассчитайте среднее число отказов (за 10 реализаций) и сравните данное значение с полученным во втором задании.

Задача 2.3.6. Рассмотрите ситуацию, когда максимальное время ожидания каждой заявки определяется также поведением клиентов и его значение – случайная величина с дискретным законом распределения:

Значение	0	1	2
Вероятность	0,25	0,5	0,25

4. Показать выполненные задачи преподавателю с объяснением хода выполнения и полученных результатов.

Контрольные вопросы:

1. Приведите примеры СМО с ограниченным временем ожидания в очереди.

2. Какие показатели эффективности можно рассчитать для СМО с ограниченным временем ожидания в очереди?
3. Как влияет на эффективность использования каналов накопители очередей ожидающих заявок?

2.4. Лабораторная работа №4. Тема: Имитационное моделирование систем массового обслуживания. Моделирование работы одноканальной СМО с ограниченной очередью.

Аудиторное время работы: 2 часа.

1. Изучить теоретический материал на тему: Системы массового обслуживания с ожиданиями из учебника [7], глава 2, п.п. 2.2.3 на стр. 57-61.
2. Перейти к разбору и выполнению лабораторной работы: источник - [5], п.2 Имитационное моделирование систем массового обслуживания, п.п. 2.4. Система массового обслуживания с очередью. Реализовать в Excel разобранный и описанный в тексте по шагам пример.
3. Самостоятельно, аналогично реализованному примеру, решить следующие задачи:

Задача 2.4.1. Парикмахерская занимается обслуживанием клиентов (рис. 2.17) [5]. Время между приходом двух клиентов является случайной величиной с показательным законом распределения (среднее значение - tz), а время обслуживания распределено по нормальному закону. В том случае, если в момент прихода нового клиента мастер занят, то клиент встает в очередь. При этом имеются места ожидания, число которых равно LO_{Max} . Если же все места заняты, то клиент уходит и не ждет обслуживания. Выручка от одного клиента, а также его время обслуживания зависит от типа прически. В таблице 2.1 приведены характеристики этих данных.

Таблица 2.1 – Характеристики причесок

Тип прически	1	2	3	4
Стоимость, руб.	100	120	140	150
Среднее время обслуживания, мин.	15	20	20	25

СКО времени обслуживания, мин.	3	3	5	6
--------------------------------	---	---	---	---

Кроме того, имеются следующие статистические данные о том, сколько людей выбрало тот или иной тип прически (всего 100 человек)

Тип прически	1	2	3	4
Число людей	20	30	35	15

Выполните моделирование поступления 9 заявок, используя следующие исходные данные: $t_z=20$ мин.; $LO_{Max}=2$; $m=9$ ч.

Задача 2.4.2. Рассчитайте следующие значения: максимальная длина очереди; общее время пребывания заявок в очереди; сумма выручки.

Задача 2.4.3. Проведите 10 экспериментов и рассчитайте величины:

1. среднее число отказов в обслуживании;
2. среднюю выручку;
3. среднее время завершения моделирования (время окончания обслуживания последней заявки).
4. Показать выполненные задачи преподавателю с объяснением хода выполнения и полученных результатов.

Контрольные вопросы:

1. Приведите примеры СМО с ограниченной очередью.
2. Какие показатели эффективности можно рассчитать для СМО с ограниченным числом мест в очереди?
3. Как использовалась функция СЧЁТЕСЛИ при решении задач?

2.5. Лабораторная работа №5. Тема: Имитационное моделирование систем массового обслуживания. Моделирование работы одноканальной СМО с групповым обслуживанием заявок.

Аудиторное время работы: 3 часа.

1. Изучить теоретический материал - источник [5], п.п. 2.5. Система с групповым обслуживанием заявок..
2. Перейти к разбору и выполнению лабораторной работы: источник - [5], п.2 Имитационное моделирование систем массового обслуживания, п.п. 2.5. Система с групповым обслуживанием заявок. Реализовать в Excel разобранный и описанный в тексте по шагам пример.
3. Самостоятельно, аналогично реализованному примеру, решить следующие задачи:

Задача 2.5.1. В парке развлечений расположен аттракцион, стоимость билета на который составляет B руб. (рис.2.20) [5]. Время между приходом двух желающих попасть на него является случайной величиной с показательным законом распределения (среднее значение равно t_z). Обслуживание начинается после того, как пришло N_{Grup} человек, а его продолжительность равна T_o . Расходы, связанные с использованием аттракциона в течение времени обслуживания, равны R руб. Выполните моделирование данной системы массового обслуживания при поступлении 10 заявок и исходных данных: $B=50$ руб.; $t_z=5$ мин.; $T_o=10$ мин.; $N_{Grup}=3$; $R=70$ руб.; $m=9$ ч. Рассчитайте общую выручку и прибыль, время ожидания, время прихода последнего клиента.

Задача 2.5.2. Используя различные значения N_{Grup} ($N_{Grup}=1; 2; 3; 4$), определите, как изменится прибыль и время ожидания.

Задача 2.5.3. Проведите 10 экспериментов и найдите:

- среднее значение выручки;
- среднее значение общего времени ожидания;
- вероятность того, что общее время ожидания будет больше или равно 10 мин.

4. Показать выполненные задачи преподавателю с объяснением хода выполнения и полученных результатов.

Контрольные вопросы:

1. Приведите примеры СМО с групповым обслуживанием заявок.
2. Какие показатели эффективности можно рассчитать для СМО с групповым обслуживанием заявок?
3. Как рассчитывается размер группы в задаче?