

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ**

Кафедра теории вероятностей и математической статистики



**УТВЕРЖДАЮ:**

проректор по научно-методической  
и учебной работе

«22» апреля 2020 г.

Е.И. Скафа

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
«ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ ТЕОРИИ МАССОВОГО  
ОБСЛУЖИВАНИЯ»**

Направление подготовки:	01.03.02 Прикладная математика и информатика
Профиль подготовки:	Статистика
Образовательная программа:	бакалавриат
Квалификация:	Академическая бакалавр
Форма обучения:	<u>очная</u> , очно-заочная, заочная нужное подчеркнуть

Донецк 2020

**УТВЕРЖДАЮ:**

Декан факультета математики  
и информационных технологий

И. А. Моисеенко

16 апреля 2020



Программа учебной дисциплины «Дополнительные главы теории массового обслуживания» составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ГОС ВПО) Донецкой Народной Республики (ДНР) по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР от «04» апреля 2016 г. № 280;

Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 1171 от «10» ноября 2017 г.;

учебного плана и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, профиль Статистика, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

доцент кафедры теории вероятностей и  
математической статистики

И.Л. Шурко

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теории вероятностей и математической статистики

Протокол № 14 от «2» апреля 2020 г.  
Зам.зав. кафедрой

И.Л. Шурко

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией факультета математики и информационных технологий  
Протокол № 8 от «15» апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической  
комиссии факультета

Л.И. Селякова

## 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Учебная дисциплина «Дополнительные главы теории массового обслуживания» относится к циклу вариативной части, по выбору ВУЗа, профессионального блока. Основывается на базе дисциплин: «Алгебра и геометрия», «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Теория массового обслуживания», «Случайные процессы».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Производственная практика (преддипломная, подготовка ВКР: дипломной работы)», «Государственная итоговая аттестация».

## 2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	01.03.02 Прикладная математика и информатика	
Профиль	Статистика	
Образовательная программа	бакалавриат	
Квалификация	академический бакалавр	
Количество содержательных модулей	1	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	вариативная часть профессионального блока	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	1 модульный контроль, 1 зачет	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	2	
Год подготовки	4	
Семестр	8	
Количество часов	72	
- лекционных	16	
- практических, семинарских		
- лабораторных	16	
- самостоятельной работы	40	
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	9	
в т.ч. аудиторных	4	

## 3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели и задачи

**Целью** учебного курса является формирование у студентов фундаментальных теоретических знаний и практических навыков теории массового обслуживания

**Задачи дисциплины:** обучение студентов составлять системы уравнений равновесия для марковских процессов, описывающих функционирование моделей массового обслуживания, решать эти уравнения, а также проводить анализ вероятностно-временных характеристик этих моделей.

**Требования к результатам освоения дисциплины.** Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО по данному направлению подготовки (специальности):

**а) общекультурных (ОК):**

- способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);
- способностью работать в команде, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6);
- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

**б) общепрофессиональных (ОПК):**

- готовность к коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способностью приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии (ОПК-2);
- способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение (ОПК-3);

**в) профессиональных (ПК):**

**научно-исследовательская деятельность:**

- способность проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива (ПК-1);
- способность разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач (ПК-2).

**проектная и производственно-технологическая деятельность:**

- способностью работать в составе научно-исследовательского и производственного коллектива и решать задачи профессиональной деятельности (ПК-4);
- способностью к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения (ПК-7);

**организационно-управленческая деятельность:**

- способностью составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы (ПК-9).

**В результате изучения учебной дисциплины студент должен:**

**знать:** способы аппарат теории вероятностей, применяемый в ТМО; основные понятия и определения ТМО; принципы построения марковских моделей для анализа систем массового обслуживания;

**уметь:** с помощью аппарата теории вероятностей, теории случайных процессов строить простые модели ТМО; для построенных моделей составлять и решать системы уравнений равновесия; получать вероятностные характеристики моделей, связанные с показателями производительности СМО; применять численные методы при анализе полученных характеристик моделей; интерпретировать результаты математического моделирования;

**владеть:** методами математического моделирования стохастических динамических явлений; навыками логического мышления, позволяющими грамотно пользоваться математическими моделями для описания реальных явлений с помощью математических моделей; алгоритмами и программными средствами решения задач моделирования стохастических динамических явлений.

#### **4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИН И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА**

Курс дисциплины «Дополнительные главы теории массового обслуживания» предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа студента.

Материал излагается с использованием объяснительно-иллюстративных, эвристических и исследовательских методов преподавания.

В учебном процессе широко применяются активные и интерактивные формы проведения занятий, внеаудиторная самостоятельная работа, балльно-рейтинговая система оценки успеваемости, личностно-ориентированное обучение, проблемное обучение, блочно-модульное обучение.

Использование в учебном процессе интернет-ресурсов по данному курсу; рассмотрение задач, максимально приближенных к конкретным научно-исследовательским ситуациям, контрольные работы.

Самостоятельная работа студентов предусматривает выполнение домашних заданий, подготовку к лабораторным занятиям, изучение учебной и методической литературы, составление конспектов.

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
<b>Содержательный модуль 1</b>	
<b>Тема 1.</b> Вероятностный аппарат теории массового обслуживания.	Основные распределения случайных величин (СВ). Характеристические преобразования СВ: преобразование Лапласа, преобразование Лапласа-Стилтьеса, производящая функция, характеристическая функция.
<b>Тема 2.</b> Элементы теории случайных процессов.	Цепи Маркова. Эргодическая теорема. Марковские процессы с непрерывным временем. Теорема Колмогорова. Конструктивное описание марковских процессов. Случайный поток.
<b>Тема 3.</b> Модели теории массового обслуживания.	Классификация Башарина-Кендалла. Понятие глобального, локального и частичного балансов. Система уравнений равновесия. Первая модель Эрланга: система $M   M   c   0$ . Вторая модель Эрланга: система $M   M   c   r$ .
<b>Тема 4.</b> Система массового обслуживания $M G 1 беск.$	Модель канала передачи данных: система $M   M   1   \infty$ . Система $M   G   1   \infty$ : анализ методом вложенной цепи Маркова. Формула Поллачека-Хинчина. Основные ВВХ.

### Тематический план

Содержательный модуль 1											
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов										
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения				
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.			
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа
Тема 1. Вероятностный аппарат теории массового обслуживания.	9	2		2	5						

<b>Тема 2.</b> Элементы теории случайных процессов.	18	4		4	10							
<b>Тема 3.</b> Модели теории массового обслуживания.	27	6		6	15							
<b>Тема 4.</b> Система массового обслуживания $M G 1 беск.$	18	4		4	10							
<b>Всего по дисциплине</b>	<b>72</b>	<b>16</b>		<b>16</b>	<b>40</b>							

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

### Темы лекционных занятий

<b>№ п/п</b>	<b>Название темы</b>	<b>Количество часов</b>
1	Основные распределения случайных величин (СВ). Характеристические преобразования СВ.	2
2	Преобразование Лапласа, преобразование Лапласа-Стилтьеса, производящая функция, характеристическая функция	2
3	Цепи Маркова. Эргодическая теорема. Марковские процессы с непрерывным временем.	2
4	Теорема Колмогорова. Конструктивное описание марковских процессов. Случайный поток.	2
5	Классификация Башарина-Кендалла. Понятие глобального, локального и частичного балансов. Система уравнений равновесия.	2
6	Первая модель Эрланга: система $M M c 0$ . Вторая модель Эрланга: система $M M c r$ .	2
7	Модель канала передачи данных: система $M M 1 \infty$ . Система $M G 1 \infty$ : анализ методом вложенной цепи Маркова.	2
8	Формула Поллачека-Хинчина. Основные ВВХ.	2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>16</b>

### Темы лабораторных занятий

<b>№ п/п</b>	<b>Название темы</b>	<b>Количество часов</b>
1	Основные распределения случайных величин (СВ). Характеристические преобразования СВ.	2
2	Преобразование Лапласа, преобразование Лапласа-Стилтьеса, производящая функция, характеристическая функция	2
3	Цепи Маркова. Эргодическая теорема. Марковские процессы с непрерывным временем.	2
4	Теорема Колмогорова. Конструктивное описание марковских процессов. Случайный поток.	2
5	Классификация Башарина-Кендалла. Понятие глобального, локального и частичного балансов. Система уравнений равновесия.	2
6	Первая модель Эрланга: система $M M c 0$ . Вторая модель Эрланга: система $M M c r$ .	2
7	Модель канала передачи данных: система $M M 1 \infty$ . Система $M G 1 \infty$ : анализ методом вложенной цепи Маркова.	2
8	Формула Поллачека-Хинчина. Основные ВВХ.	2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>16</b>

## 6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### Организация самостоятельной работы студента

№ п/п	Название темы	Количество часов
1	Основные распределения случайных величин (СВ). Характеристические преобразования СВ.	2
2	Преобразование Лапласа, преобразование Лапласа-Стилтьеса.	2
3	Производящая функция, характеристическая функция.	3
3	Цепи Маркова. Эргодическая теорема.	4
4	Марковские процессы с непрерывным временем.	3
5	Теорема Колмогорова. Конструктивное описание марковских процессов. Случайный поток.	4
6	Классификация Башарина-Кендалла. Понятие глобального, локального и частичного балансов. Система уравнений равновесия	2
7	Первая модель Эрланга: система $M   M   c   0$ .	4
8	Вторая модель Эрланга: система $M   M   c   r$ .	4
9	Модель канала передачи данных: система $M   M   1   \infty$ .	5
10	Система $M   G   1   \infty$ : анализ методом вложенной цепи Маркова.	5
11	Формула Поллачека-Хинчина. Основные ВВХ.	2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>40</b>

## 7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Найти преобразование Лапласа для функции заданного вида.

2. Для второй модели Эрланга с конечной очередью провести исследование модели: изобразить схему модели, составить СП, описывающий модель, выписать пространство состояний  $X$  СП, изобразить граф интенсивностей переходов. СУГБ. СУЛБ. Вывод распределения вероятностей состояний модели при помощи СУЛБ. Вероятность блокировки. Найти среднюю длину очереди и среднее число заявок в системе.

3. Для первой модели Эрланга доказать рекуррентную формулу  $E_c(\rho) = \frac{\rho E_{c-1}(\rho)}{C + \rho E_{c-1}(\rho)}$

4. Для первой модели Эрланга доказать тождества

$$E_{c-1}(\rho) = \frac{CE_c(\rho)}{\rho[1 - E_c(\rho)]}, \quad E_{c-1}(\rho) = \frac{CE_c(\rho)}{\rho[1 - E_c(\rho)]}, \quad E_{c-1}(\rho) = \frac{CE_c(\rho)}{\rho[1 - E_c(\rho)]}.$$

## 8. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

### Теоретические вопросы

1. Вероятностный аппарат теории массового обслуживания. Определения и свойства характеристических преобразований: характеристическая функция, преобразование Лапласа, преобразование Лапласа-Стилтьеса, производящая функция.

2. Классификация Башарина-Кэндалла. Определяющие параметры СМО. Параметры функционирования СМО (основные вероятностные характеристики модели). Входящий поток требований: рекуррентный поток, детерминированный, пуассоновский, эрланговский потоки. Различные распределения длительности обслуживания. Показатели качества обслуживания: длина очереди, время ожидания начала обслуживания, число заявок в СМО, время пребывания заявки в СМО, вероятность потери заявки (по времени, по вызовам).

3. Первая модель Эрланга: схема модели, СП, пространство состояний модели, вывод СПДУК из уравнений Колмогорова-Чэпмена, СУР из СПДУК, условие существования решения СУР, стационарное РВ, основные вероятностные характеристики модели через  $\{p_n, n \in J\}$ : вероятность блокировки заявки, среднее число заявок в СМО.

4. Первая модель Эрланга: схема модели, СП, пространство состояний модели, матрица  $A$ , СУР из диаграммы интенсивностей переходов, условие существования решения СУР, стационарное РВ, основные вероятностные характеристики модели через  $\{p_n, n \in J\}$ : вероятность блокировки заявки, среднее число заявок в СМО.

5. Вторая модель Эрланга с конечной очередью: схема модели, СП, пространство состояний модели, вывод СПДУК из уравнений Колмогорова-Чэпмена, СУР из СПДУК, стационарное РВ, основные вероятностные характеристики модели через  $\{p_n, n \in J\}$ : вероятность блокировки заявки, среднее число заявок в СМО, среднее число заявок в очереди.

6. Вторая модель Эрланга с конечной очередью: схема модели, СП, пространство состояний модели, матрица  $A$ , диаграмма интенсивностей переходов, СУР из диаграммы интенсивностей переходов, стационарное РВ, основные вероятностные характеристики модели через  $\{p_n, n \in J\}$ : вероятность блокировки заявки, среднее число заявок в СМО, среднее число заявок в очереди.

7. СМО  $M|M|1|_{\infty}$ : схема модели, СП, пространство состояний модели, матрица  $A$ , диаграмма интенсивностей переходов, СУР из диаграммы интенсивностей переходов, условие существования решения СУР, стационарное РВ, основные вероятностные характеристики модели через  $\{p_n, n \in J\}$ : ФР  $W(x)$  времени ожидания и ФР  $V(x)$  времени пребывания заявки в СМО, ПЛС  $\omega(s)$  и  $\nu(s)$  этих ФР, среднее число заявок в СМО, среднее число заявок в очереди.

8. СМО  $M|G|1|_{\infty}$ : схема модели, СП, пространство состояний модели, траектория СП, построение вложенной ЦМ.

9. СМО  $M|G|1|_{\infty}$ : вложенная ЦМ, матрица переходных вероятностей  $P$ , СУР, решение СУР через ПФ, условия существования решения СУР, формула Поллачека-Хинчина, среднее число заявок в СМО, среднее число заявок в очереди.

## ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

### Факультет математики и информационных технологий

Направление подготовки:

**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

Профиль:

**Статистика**

Программа подготовки:

**бакалавриат**

Семестр

**8**

Учебная дисциплина

**Дополнительные главы теории массового обслуживания**

### МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА 1

1. Доказать соотношение для преобразования Лапласа (ПЛ):

$$\text{ПЛ} \left\{ \int_0^x p_1(t) p_2(x-t) dt \right\} = \pi_1(s) \pi_2(s),$$

2. Найти ПЛ функции  $p(x)$  при  $x > 0$ , если  $p(x) = 5 \sin 2x$ .
3. Вычислить математическое ожидание и дисперсию для случайной величины  $\xi \sim \text{Exp}(5)$  с помощью преобразования Лапласа-Стилтьеса.



4. Найти производящую функцию для последовательности  $P\{\xi \leq n\}$ ,
5. Вычислить математическое ожидание и дисперсию для случайной величины  $\xi \sim Bi(6, 0.8)$  с помощью характеристической функции.

Утверждено на заседании кафедры теории вероятностей и математической статистики  
протокол № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
Преподаватель \_\_\_\_\_

#### Критерии оценивания модульного контроля

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
Задание 1	5
Задание 2	5
Задание 3	5
Задание 4	5
Задание 5	5
<b>Всего</b>	<b>20</b>

### ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» Факультет математики и информационных технологий

Направление подготовки: **01.03.02 Прикладная математика и информатика**  
 Профиль: **Статистика**  
 Программа подготовки: **бакалавриат**  
 Семестр: **8**  
 Учебная дисциплина: **Дополнительные главы теории массового обслуживания**

#### МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА 2

1. Для системы массового обслуживания  $M/M/v/0$ :
  - определить пространство состояний и построить граф интенсивностей переходов;
  - построить матрицу интенсивностей переходов;
  - выписать СУГБ;
  - выписать СУЛБ;
  - найти стационарное распределение вероятностей;
  - найти вероятность потерь  $\pi$ ;
  - найти вероятность немедленного обслуживания  $q$ ;
  - показать, что среднее число занятых приборов  $N = \rho(1 - \pi)$ ;
  - дисперсию числа занятых приборов.
2. В одноканальную СМО поступают заявки с интенсивностью 1 заявка в минуту. Среднее время обслуживания одной заявки равно 30 секундам. Потoki поступления заявок и обслуживания - простейшие. Ожидать обслуживания в системе могут не более двух заявок. Определить следующие показатели:
  - определить пространство состояний и построить граф интенсивностей переходов;
  - построить матрицу интенсивностей переходов  $A$ ;
  - найти вероятность того, что все приборы свободны;
  - найти вероятность отказа в обслуживании;
  - найти вероятность того, что заявка будет немедленно обслужена;

- среднее число заявок, находящихся в системе;
- среднее время пребывания заявки в системе.

Утверждено на заседании кафедры теории вероятностей и математической статистики  
протокол № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
Преподаватель \_\_\_\_\_

#### Критерии оценивания модульного контроля

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
Задание 1	20
Задание 2	10
<b>Всего</b>	<b>30</b>

### 9. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Не предусмотрено

### 10. ОБРАЗЕЦ ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ

Не предусмотрено.

### 11. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

По курсу предполагается проведение промежуточной аттестации в виде модульного контроля, выполнение индивидуальной работы и экзамена. Экзамен сдают студенты с целью повышения рейтинга.

*Распределение баллов, которые могут получить студенты в процессе изучения дисциплины*

Организационно-учебная работа студента	СРС		Всего
	Индивидуальная работа	Модульный контроль	
Мах __20__ баллов	мак ____30__ баллов	мак __50__ баллов	100 баллов

#### Шкала соответствия баллов национальной шкале

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
<b>A</b>	90-100	5 (отлично)	зачтено
<b>B</b>	80-89	4 (хорошо)	зачтено
<b>C</b>	75-79	4 (хорошо)	зачтено
<b>D</b>	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>E</b>	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>FX</b>	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
<b>F</b>	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

## 12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных и практических занятий требуется аудитория на группу, оборудованная меловой или интерактивной доской.

## 13. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
<i>Основная литература</i>			
1.	Гнеденко Б. В. Введение в теорию массового обслуживания / Б. В. Гнеденко, И. Н. Коваленко. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 336 с.	8	-
2.	Вентцель Е.С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – М.: Наука, 2003. – 384 с.	2	-
3.	Вентцель Е.С. Задачи и упражнения по теории вероятностей: учеб. пособие для студ. втузов / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 448 с.	5	-
4.	Вентцель Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. 2-е изд., стер/ Е.С. Вентцель. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 208 с.	5	-
5.	Ивченко Г. И. Теория массового обслуживания / Г. И. Ивченко, В. А. Каштанов, И.Н. Коваленко. – М.: Высш. школа, 1982. – 256 с.	4	-
6.	Карлин С. Основы теории случайных процессов / С. Карлин. – М.: Мир, 1971. – 536 с.	1	-
7.	Клейнрок Л. Теория массового обслуживания / Л. Клейнрок. – М.: Машиностроение, 1979. – 520 с.	1	-
8.	Миллер Б.М. Теория случайных процессов в примерах и задачах / Б.М. Миллер, А.Р. Панков. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 320 с.	1	-
9.	Розанов Ю. А. Введение в теорию случайных процессов / Ю. А. Розанов. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1982. – 128 с.	4	-
<i>Дополнительная литература</i>			
10.	Математические методы построения стохастических моделей обслуживания / В. В. Калашников. – М.: Наука, 1988. – 310 с.	1	-

11.	Лабскер Л. Г. Теория массового обслуживания в экономической сфере: Учебное пособие для вузов/ Л. Г Лабскер. – М.: Банки и биржи: ЮНИТИ, 1998. – 319 с. -	1	-
12.	Лабскер Л.Г. Вероятностное моделирование в финансово-экономической области/ Л. Г.Лабскер. – М.: Альпина паблишер, 2002. – 224 с.	1	-
13.	Розенберг В. Я. Что такое теория массового обслуживания / В. Я. Розенберг– М.: Сов. Радио, 1965. – 256 с.	1	-
14.	Саульев В.К. Математические модели теории массового обслуживания / В. К. Саульев– М.: Статистика, 1979. – 96 с.	2	-
15.	Тихоненко О.М. Модели массового обслуживания в информационных системах: Учебное пособие для студ. вузов О. М. Тихоненко. – Минск: Технопринт, 2003. – 327 с.	1	-
16.	Фомин Г.Ф. Системы и модели массового обслуживания в коммерческой деятельности: Учеб.пособие / Г.Ф. Фомин. – М.: Финансы и статистика, 2000.	1	-

#### 14. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

15. [www.donnu.ru](http://www.donnu.ru) – ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
16. [www.newlibrary.ru](http://www.newlibrary.ru) - новая электронная библиотека;
17. [www.edu.ru](http://www.edu.ru) – федеральный портал российского образования;
18. [www.mathnet.ru](http://www.mathnet.ru) – общероссийский математический портал;
19. [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) – научная электронная библиотека;
20. [www.nehudlit.ru](http://www.nehudlit.ru) - электронная библиотека учебных материалов

#### 15. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Не требуется

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теории вероятностей и математической статистики с изменениями (без изменений) на 20\_\_ год.

Протокол № \_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_