

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет математики и компьютерных наук

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Теория массового обслуживания**  
Кафедра прикладной математики факультета математики и  
компьютерных наук

**Образовательная программа бакалавриата**  
*01.03.05 - Статистика*

Направленность (профиль) программы  
**Анализ больших данных**

Форма обучения  
***Очная***

Статус дисциплины: *входит в обязательную часть ОПОП*

Махачкала, 2023


Рабочая программа дисциплины «Теория массового обслуживания» составлена в 2023 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО-бакалавриат по направлению подготовки 01.03.05 Статистика от 14.08.2020 № 1032.

Разработчики:

кафедра прикладной математики: Гаджиева Т.Ю., к.ф.-м.н., доц.

Программа одобрена:


на заседании кафедры прикладной математики  
от «20» 01 2023 г., протокол № 5

Зав. кафедрой  Кадиев Р. И.

на заседании Методической комиссии факультета математики и компьютерных наук от «25» 01 2023 г., протокол № 4

Председатель  Ризаев М.К.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «20» февраля 2023 г.

/Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.  
(подпись)

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Теория массового обслуживания» входит в *обязательную часть ОПОП* часть образовательной программы *бакалавриата* по направлению подготовки 01.03.05 - Статистика.

Дисциплина реализуется на факультете математики и компьютерных наук кафедрой прикладной математики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, позволяющей успешно решать современные проблемы науки и техники, в обучении студентов навыкам применения фундаментальных основ современной математики и теории вероятностей для решения различных задач исследования и решения прикладных задач с использованием компьютера, в том числе для решения следующих задач: приобретение с большой степенью самостоятельности новых знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий, основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, умение использовать для решения коммуникативных задач современные технические средства и информационные технологии с использованием традиционных носителей информации, распределенных баз знаний, а также информации в глобальных компьютерных сетях, моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных – ОПК-2; профессиональных – ПК-1.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, практические занятия, самостоятельная работа.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости: контрольная работа и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 2 зачетные единицы (72 академических часах), в том числе по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всего	из них						
Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
6	72	32		32			8	зачет

## 1. Цели освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины:

- получение знаний о прикладных задачах управления, приводящих к математическим моделям теории массового обслуживания;
- получение представления о математических методах, используемых при анализе систем массового обслуживания (СМО);
- формирование навыков математического моделирования процессов обслуживания и умения с помощью математических методов оценивать качество управления обслуживанием.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Теория массового обслуживания» входит в *обязательную часть* образовательной программы *бакалавриата* по направлению подготовки 01.03.05 - Статистика.

Курс по дисциплине «Теория массового обслуживания» вводится после изучения дисциплин алгебра, математический анализ, теория вероятностей и математическая статистика, теория случайных процессов, так как для успешного усвоения этого курса студентам необходимы знания по указанным дисциплинам.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения и процедура освоения).

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП)	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-2. . Способен формировать упорядоченные сводные массивы статистической информации и осуществлять расчет сводных и	ОПК- 2.1. Знает основные модели решения функциональных и вычислительных задач, инструментальные средства для решения прикладных	Знает: основные модели решения функциональных и вычислительных задач, инструментальные средства для решения прикладных задач.	Участие в коллективной разработке проектов

<p>производных показателей в соответствии с утвержденными методиками, в том числе с применением необходимой вычислительной техники и стандартных компьютерных программ</p>	задач	<p>Умеет: применять основные модели решения функциональных и вычислительных задач, инструментальные средства для решения прикладных задач. Владеет: основными моделями решения функциональных и вычислительных задач, инструментальными средствами для решения прикладных задач.</p>	
	<p>ОПК-2.2. Умеет формировать массивы сводной статистической информации, применять математические и статистические методы при решении типовых профессиональных задач.</p>	<p>Знает: формировать массивы сводной статистической информации, применять математические и статистические методы при решении типовых профессиональных задач. Умеет: формировать массивы сводной статистической информации, применять математические и статистические методы при решении типовых профессиональных задач. Владеет: математическими и статистическими методами для формирования массивов сводной статистической информации для</p>	

		решения типовых профессиональных задач.	
	ОПК-2.3. Владеет навыками применения математического и статистического инструментария для решения прикладных задач, методами работы с современной вычислительной техникой	Знает: как применить математические и статистические инструментария и современную вычислительную технику для решения прикладных задач. Умеет: применить математические и статистические инструментария и современную вычислительную технику для решения прикладных задач. Владеет: навыками применения математического и статистического инструментария для решения прикладных задач, методами работы с современной вычислительной техникой.	

<p>ПК-1. Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям</p>	<p>ПК-1.1. Знает методы сбора и обработки данных, полученными в области математических и естественных наук, программирования и информационных технологий для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям</p>	<p>Знает: стандартные методы и технические средства для статистических наблюдений. Умеет: применить стандартные методы и технические средства при статистических наблюдений. Владеет: методами и техническими средствами для статистических наблюдений.</p>	
	<p>ПК-1.2. Умеет сбора и обработки данных, полученными в области математических и естественных наук, программирования и информационных технологий для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям.</p>	<p>Знает: собирать данные об объекте исследования и выбрать соответствующий инструментарий для обработки информации. Умеет: собирать исходные данные об объекте исследования и выбрать соответствующий инструментарий для обработки информации. Владеет: методами сбора данных об объекте исследования и выбора соответствующий инструментарий для обработки информации.</p>	

	ПК-1.3. Владеет навыками сбора и обработки данных, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям.	Знает: статистические методы обработки информации, в том числе с применением информационно-коммуникационных технологий. Умеет: применять статистические методы для обработки информации, в том числе с применением информационно-коммуникационных технологий. Владеет: статистическими методами обработки информации, в том числе с применением информационно-коммуникационных технологий	
--	--	---	--

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости ( <i>по неделям семестра</i> ) Форма промежуточной аттестации ( <i>по семестрам</i> )
				Лекции	Практич еские	Лаборат. занятия	Контр. сам.раб		
<b>МОДУЛЬ 1:</b> Введение в теорию массового обслуживания									
1	Теория массового обслуживания. Теория случайных процессов. История зарождения и развития теории	6	1-2	4	4			4	Индивидуальный фронтальный опрос, тестирование--- Контрольная работа



	систем массового обслуживания.								
2	Классификация и структура систем массового обслуживания.	6	3-4	4	4			4	
3	Поток событий. Классификация потоков событий.	6	5-6	4	4				
4	Граф состояний. Марковские случайные процессы.	6	7	2	2				
	<i>Итого по модулю 1:</i>	6		14	14			8	
<b>МОДУЛЬ 2: Моделирование систем массового обслуживания</b>									
5	Простейшие системы массового обслуживания.	6	8-13	12	12				Индивидуальный фронтальный опрос, тестирование--- Контрольная работа ---
6	Программная реализация определения характеристик систем массового обслуживания	6	14-16	6	6				
	<i>Итого по модулю 2:</i>			18	18				
	<b>ИТОГО по дисциплине:</b>	<b>6</b>		<b>32</b>	<b>32</b>			<b>8</b>	

### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

#### 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине

##### МОДУЛЬ 1. Введение в теорию массового обслуживания

Тема 1. Теория массового обслуживания. Теория случайных процессов.

История зарождения и развития теории систем массового обслуживания.

1. Цель, предмет и задачи теории систем массового обслуживания (СМО).

2. Этапы развития теории массового обслуживания.

3. Сущность и значение СМО.

Тема 2. Предмет, методы и задачи теории массового обслуживания

1. Предмет теории массового обслуживания.

2. Основные задачи теории массового обслуживания.

3. Математические модели, определение, назначение.

Тема 3. Классификация и структура систем массового обслуживания.

Основные характеристики систем массового обслуживания.

1. Основные характеристики СМО.

2. Характеристики эффективности работы СМО.

3. Классификация СМО.

Тема 4. Поток событий. Классификация потоков событий.

1. Поток событий, определение.

2. Классификация потоков событий.

Тема 5. Граф состояний. Марковские случайные процессы

1. Размеченный граф состояния

2. Состояния СМО на примере графов состояний.

3. Случайный процесс

4. Марковские случайные процессы.

5. Цепи Маркова. Матрицы переходных вероятностей. Вектор начальных вероятностей.

Тема 6. Уравнение Колмогорова. Предельные вероятности.

1. Предельный стационарный режим.

2. Предельные вероятности состояний системы.

3. Уравнение Колмогорова.

**МОДУЛЬ 2. Моделирование систем массового обслуживания**

Тема 7. Математическая постановка задач массового обслуживания.

1. Основные показатели, характеризующие работу СМО.

Тема 8. Модели одноканальных систем массового обслуживания.

1. Одноканальная СМО с отказом. Определение, размеченный граф системы, число состояний, определение основных характеристик системы.
2. Одноканальная СМО с ограничением на длину очереди. Определение, размеченный граф системы, число состояний с числом мест в очереди  $m$ , определение основных характеристик системы.
3. Одноканальная СМО без ограничений по длине очереди. Определение, размеченный граф системы, число состояний, определение основных характеристик системы.

Тема 9. Модели многоканальных систем массового обслуживания.

1. Многоканальная СМО с отказом. Определение, размеченный граф системы, число состояний, определение основных характеристик системы.
2. Многоканальная СМО с ограничением на длину очереди. Определение, размеченный граф системы, число состояний  $n$  – канальной СМО с числом мест в очереди  $m$ , определение основных характеристик системы.
3. Многоканальная СМО без ограничений по длине очереди. Определение, размеченный граф системы, число состояний  $n$  – канальной СМО, определение основных характеристик системы.

Тема 10. Программная реализация определения характеристик систем массового обслуживания

Создание прикладных программ в Delphi для определения основных характеристик систем массового обслуживания.

#### ***4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине***

##### **МОДУЛЬ 1. Введение в теорию массового обслуживания**

Тема 1. Теория массового обслуживания. Теория случайных процессов.

История зарождения и развития теории систем массового обслуживания.

1. Цель, предмет и задачи теории систем массового обслуживания (СМО).

2. Этапы развития теории массового обслуживания.

3. Сущность и значение СМО.

Тема 2. Предмет, методы и задачи теории массового обслуживания

1. Предмет теории массового обслуживания.

2. Основные задачи теории массового обслуживания.

3. Математические модели, определение, назначение.

Тема 3. Классификация и структура систем массового обслуживания.

Основные характеристики систем массового обслуживания.

1. Основные характеристики СМО.

2. Характеристики эффективности работы СМО.

3. Классификация СМО.

Тема 4. Поток событий. Классификация потоков событий.

1. Поток событий, определение.

2. Классификация потоков событий.

Тема 5. Граф состояний. Марковские случайные процессы

1. Размеченный граф состояния

2. Состояния СМО на примере графов состояний.

3. Случайный процесс

4. Марковские случайные процессы.

5. Цепи Маркова. Матрицы переходных вероятностей. Вектор начальных вероятностей.

Тема 6. Уравнение Колмогорова. Предельные вероятности.

1. Предельный стационарный режим.

2. Предельные вероятности состояний системы.

3. Уравнение Колмогорова.

**МОДУЛЬ 2. Моделирование систем массового обслуживания**

Тема 7. Математическая постановка задач массового обслуживания.

1. Основные показатели, характеризующие работу СМО.

Тема 8. Модели одноканальных систем массового обслуживания.

1. Одноканальная СМО с отказом. Определение, размеченный граф системы, число состояний, определение основных характеристик системы.
2. Одноканальная СМО с ограничением на длину очереди. Определение, размеченный граф системы, число состояний с числом мест в очереди  $m$ , определение основных характеристик системы.
3. Одноканальная СМО без ограничений по длине очереди. Определение, размеченный граф системы, число состояний, определение основных характеристик системы.

Тема 9. Модели многоканальных систем массового обслуживания.

1. Многоканальная СМО с отказом. Определение, размеченный граф системы, число состояний, определение основных характеристик системы.
2. Многоканальная СМО с ограничением на длину очереди. Определение, размеченный граф системы, число состояний  $n$  – канальной СМО с числом мест в очереди  $m$ , определение основных характеристик системы.
3. Многоканальная СМО без ограничений по длине очереди. Определение, размеченный граф системы, число состояний  $n$  – канальной СМО, определение основных характеристик системы.

Тема 10. Программная реализация определения характеристик систем массового обслуживания

Создание прикладных программ в Delphi для определения основных характеристик систем массового обслуживания.

## **5. Образовательные технологии**

Лекции проводятся с использованием меловой доски и мела. Параллельно материал транслируется на экран с помощью мультимедийного проектора. Семинарские занятия проводятся с использованием мела и меловой доски. Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная

мультимедиа-проектором, экраном, доской, ноутбуком (с программным обеспечением для демонстрации слайд-презентаций).

Для проведения семинарских занятий необходима аудитория на 25 человек, оснащена доской.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

### **6.1. Виды и порядок выполнения самостоятельной работы**

1. Изучение рекомендованной литературы.
2. Решение задач.
3. Подготовка к зачету.

№	Виды самостоятельной работы	Вид контроля	Учебно-методич. обеспечения
1	Изучение рекомендованной литературы	Устный опрос по разделам дисциплины	См. разделы 6.2, 7.2, 8, 9 данного документа
2	Решение задач	Проверка домашнего задания	См. разделы 6.2, 7.2, 8, 9 данного документа
3	Подготовка к зачету	Устный опрос, либо компьютерное тестирование	См. разделы 6.2, 7.2, 8, 9 данного документа

*Текущий контроль:* проверка домашнего задания.

*Промежуточная аттестация:* контрольные работы.

*Текущий контроль* успеваемости осуществляется непрерывно, на протяжении всего курса. Прежде всего, это устный опрос по ходу практических и лабораторных занятий, выполняемый для оперативной активизации внимания студентов и оценки их уровня усвоения тем. Результаты устного опроса учитываются при выборе индивидуальных задач для решения. Каждую неделю осуществляется проверка выполнения заданий.

*Промежуточный контроль* проводится в форме контрольной работы, в которых содержатся практические задачи и теоретические вопросы.

*Итоговый контроль* проводится либо в виде устного зачета, либо в форме тестирования.

Оценка «отлично» ставится за уверенное владение материалом курса.

Оценка «хорошо» ставится при полном выполнении требований к прохождению курса и умении ориентироваться в изученном материале.

Оценка «удовлетворительно» ставится при достаточном выполнении требований к прохождению курса и владении конкретными знаниями по программе курса.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если требования к прохождению курса не выполнены и студент не может показать владение материалом.

## *6.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.*

Пакет заданий для самостоятельной работы выдается в начале семестра, определяются предельные сроки их выполнения и сдачи.

Название раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов	Литература
<b>МОДУЛЬ 1: Введение</b> в теорию массового обслуживания			
Теория массового обслуживания. Теория случайных процессов. История зарождения и развития теории систем массового обслуживания.	Вопросы, изучаемые теорией массового обслуживания. Теория случайных процессов. Случайные величины. Функции случайных величин. Этапы зарождения теории массового обслуживания. Цель, предмет и задачи теории СМО. Сущность и значение систем массового обслуживания (СМО).	4	Основная: 2, 3 Дополнительная: 1, 2, 3

<p>Классификация и структура систем массового обслуживания.</p>	<p>Предмет изучения теории массового обслуживания. Модель, моделирование. Виды моделирования. Математическое моделирование. Оптимальные решения при использовании систем массового обслуживания. Основные структурные элементы СМО. Классификация систем обслуживания: в зависимости от количества каналов обслуживания, в зависимости от взаимного расположения каналов, в зависимости от дисциплины очереди. Понятия «заявка на обслуживание», «каналы обслуживания». Интенсивность заявок. Интенсивность обслуживания</p>	<p>4</p>	<p>Основная: 2, 3 Дополнительная: 1, 2, 3</p>
---	--	----------	---

**7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.  
7.1 Типовые контрольные задания**

**Контрольная работа № 1**

1. Результаты регистрации входного потока заявок СМО в течение дня и значения его характеристик представлены в таблице. Дайте подробную характеристику представленного в таблице потока. Рассчитайте



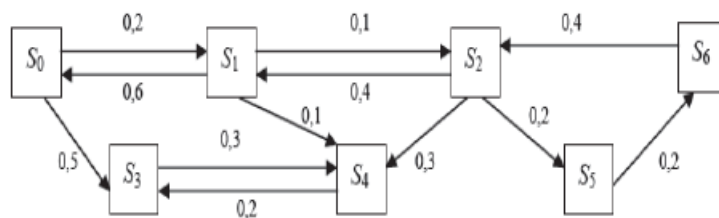
итоговые значения  $\lambda_{\max}$  и  $\lambda_{\min}$ . Найдите среднее значение интенсивности потока заявок в течение дня. Можно ли вычислить интенсивность потока заявок для каждого часа работы СМО? Ответ на вопрос обоснуйте

		Интенсивности потока покупателей				
Интервал времени, ч		max количество заявок	max интенсивность по току $\lambda$ max, мин	min количество заявок, чел.	min интенсивность потока $\lambda$ min, мин	Среднее количество заявок, чел.
		8	9	300	5	
9	10	500	8,3	400	6,6	450
10	11	800	13,3	500	8,3	650
11	12	1000	16,6	300	5	650
12	13	700	11,6	300	5	500
13	14	0	0	0	0	0
14	15	900	15	200	3,3	550
15	16	800	13,3	300	5	550
16	17	700	11,6	100	1,6	400
17	18	800	13,3	300	5	550
18	19	500	8,3	100	1,6	300
19	20	400	6,6	300	5	350
Итого:		7400	$\lambda_{\max} =$	3000	$\lambda_{\min} =$	5200

2. Какие из следующих матриц являются стохастическими и пригодны для описания Марковского процесса?

$$\begin{aligned}
 a) & \begin{pmatrix} 0,99 & 0,02 & -0,01 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0,98 & 0,01 & 0,01 \end{pmatrix}; & b) & \begin{pmatrix} \frac{1}{2} & \frac{1}{4} & \frac{1}{8} & \frac{1}{8} \\ 0 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{4} & \frac{1}{8} & \frac{1}{8} \end{pmatrix}; \\
 c) & \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}; & d) & \begin{pmatrix} \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & \frac{1}{2} \\ 0 & 1 & 0 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \end{pmatrix}; & e) & \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{3} & \frac{5}{12} \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.
 \end{aligned}$$

3. На основе размеченного графа постройте матрицу переходных вероятностей. Определите вероятности задержки в каждом состоянии.



## Контрольная работа № 2

1. Имеется простейшая трехканальная система массового обслуживания с отказами. На нее поступает поток заявок с интенсивностью 4 заявки в минуту, время обслуживания заявки одним каналом равно 0,5 мин. Выгодно ли с точки зрения пропускной способности системы массового обслуживания заставить все три канала обслуживать заявки сразу? Причем в этом случае среднее время обслуживания уменьшается втрое? Как это скажется на среднем времени пребывания заявки в системе массового обслуживания?

2. В СМО поток заявок простейший с интенсивностью 6 заявок в минуту. Заявки обслуживают три канала с интенсивностью 2 заявки в минуту. Длина очереди ограничена 5 заявками. Определите основные показатели системы, дайте оценку ее работы.

3. Имеется простейшая трехканальная система массового обслуживания с неограниченной очередью. Интенсивность потока заявок 4 заявки в час, среднее время обслуживания составляет 0,5 ч. Выгодно ли, имея в виду: 1) среднюю длину очереди; 2) среднее время пребывания заявки в очереди и 3) среднее время пребывания заявки в системе, объединить все три канала в один с втрое меньшим средним временем обслуживания

### Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачёт):

1. Цель, предмет и задачи теории систем массового обслуживания (СМО).
2. Случайные величины, функции случайных величин, случайные процессы.
3. Этапы развития теории массового обслуживания.
4. Сущность и значение СМО.

5. Основные задачи теории массового обслуживания.
6. Модель, моделирование, виды моделирования.
7. Математические модели, определение, назначение.
8. Математическая постановка задач массового обслуживания.
9. Основные характеристики СМО.
10. Понятия «заявка на обслуживание», «каналы обслуживания». Интенсивность заявок. Интенсивность обслуживания.
11. Основные показатели, характеризующие работу СМО.
12. Характеристики эффективности работы СМО.
13. Классификация СМО.
14. Поток событий, определение.
15. Классификация потоков событий.
16. Размеченный граф состояния
17. Состояния СМО на примере графов состояний.
18. Случайный процесс
19. Марковские случайные процессы.
20. Цепи Маркова. Матрицы переходных вероятностей. Вектор начальных вероятностей.
21. Предельные вероятности состояний системы.
22. Уравнение Колмогорова.
23. Процессы «рождения-гибели».
24. Основные показатели, характеризующие работу СМО.
25. Одноканальная СМО с отказом. Определение, размеченный граф системы, число состояний, определение основных характеристик системы.
26. Одноканальная СМО с ограничением на длину очереди. Определение, размеченный граф системы, число состояний с числом мест в очереди  $m$ , определение основных характеристик системы.
27. Одноканальная СМО без ограничений по длине очереди. Определение, размеченный граф системы, число состояний, определение основных характеристик системы.
28. Многоканальная СМО с отказом. Определение, размеченный граф системы, число состояний, определение основных характеристик системы.
29. Многоканальная СМО с ограничением на длину очереди. Определение, размеченный граф системы, число состояний  $n$  – канальной СМО с числом мест в очереди  $m$ , определение основных характеристик системы.
30. Многоканальная СМО без ограничений по длине очереди. Определение, размеченный граф системы, число состояний  $n$  – канальной СМО, определение основных характеристик системы

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания**

**знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля – 30 % и промежуточного контроля – 70 %.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 30 баллов,
- участие на практических занятиях - 35 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 35 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 40 баллов,
- письменная контрольная работа - 60 баллов,

Студенту выставляется:

- отлично, если интегральная оценка составляет 86 - 100 баллов;
- хорошо, если интегральная оценка составляет 66 - 85 баллов;
- удовлетворительно, если интегральная оценка составляет 51 - 65 баллов;
- неудовлетворительно, если интегральная оценка составляет 0 - 50 баллов.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

### **а) основная литература:**

1. Карташевский, В. Г. Задачник по курсу основы теории массового обслуживания : учебное пособие / В. Г. Карташевский, Н. В. Киреева, Л. Р. Чупахина. — Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 121 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/75373.html>
2. Климов, Г. П. Теория массового обслуживания : учебное пособие / Г. П. Климов. — Москва : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2011. — 312 с. — ISBN 978-5-211-05827-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/13316.html>
3. Рябко, Б. Я. Сборник задач по теории вероятностей и основам теории

массового обслуживания / Б. Я. Рябко. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2010. — 77 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/54776.html>

**б) дополнительная литература:**

1. Смирнов, И. Н. Прикладные задачи теории массового обслуживания : учебное пособие / И. Н. Смирнов. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2019. — 86 с. — ISBN 978-5-7937-1642-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102664.html>
2. Теория систем массового обслуживания : учебное пособие / составители А. В. Шапошников [и др.]. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. — 134 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/75605.html>
3. Белопольская, Я. И. Теория случайных процессов и системы массового обслуживания : учебное пособие / Я. И. Белопольская, В. Ю. Васильчук. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2019. — 80 с. — ISBN 978-5-9227-0963-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108052.html>

**9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1. Федеральный портал российское образование <http://edu.ru>;
2. Электронные каталоги Научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru/?q=node/256>;
3. Образовательные ресурсы сети Интернет <http://catalog.iot.ru/index.php>;
4. Электронная библиотека <http://elib.kuzstu.ru>.

**10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Дисциплина «Теория массового обслуживания» содержит внутри 2 модуля. Эти модули имеют определенную логическую завершенность по отношению к установленным целям и результатам обучения. Именно при изучении этих

модулей должны развиваться компетенции ПК-1 и ОПК-2 применительно к теории массового обслуживания.

При изучении дисциплины рекомендуется рейтинговая технология обучения, которая позволяет реализовать комплексную систему оценивания учебных достижений студентов. Текущие оценки усредняются на протяжении семестра при изучении модулей. Комплексность означает учет всех форм учебной и творческой работы студента в течение семестра.

Рейтинг направлен на повышение ритмичности и эффективности самостоятельной работы студентов. Он основывается на широком использовании тестов и заинтересованности каждого студента в получении более высокой оценки знаний по дисциплине.

Принципы рейтинга: непрерывный контроль (в идеале на каждом из аудиторных занятий) и получение более высокой оценки за работу, выполненную в срок. При проведении практических занятий необходимо предусматривать широкое использование активных и интерактивных форм (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр).

Рейтинг включает в себя два вида контроля: текущий, промежуточный и итоговый по дисциплине.

**Текущий контроль (ТК)** - основная часть рейтинговой системы, основанная на беглом опросе раз в неделю или в две недели. Формы: тестовые оценки в ходе практических занятий, оценки за выполнение индивидуальных заданий и лабораторных работ. Важнейшей формой ТК, позволяющей опросить всех студентов на одном занятии являются короткие тесты из 2-3 тестовых заданий.

Основная цель ТК: своевременная оценка успеваемости студентов, побуждающая их работать равномерно, исключая малые загрузки или перегрузки в течение семестра.

Лекционные занятия желательно проводить в режиме презентаций с демонстрацией применения основных методов анализа и синтеза. Это существенно улучшает динамику лекций.

Целесообразно обеспечивать студентов на 1-2 лекции вперед раздаточным материалом в электронном виде (сложные схемы, графики, аналитические исследования и опорный конспект). Основное время лекции лучше тратить на подробные аналитические комментарии и особенности применения рассматриваемого материала в профессиональной деятельности студента.

Практические занятия следует проводить, используя профессиональные программы.

**Промежуточный контроль (ПК)** - это проверка знаний студентов по разделу программы. Формы: контрольная работа. Тестирование проводится в компьютерных классах в часы самостоятельной работы студентов по заранее составленному расписанию.

Цель ПК: побудить студентов отчитаться за усвоение раздела дисциплины накопительным образом, т.е. сначала за первый, затем за второй, затем за третий разделы каждого семестра.

**Итоговый контроль** по дисциплине (ИКД) - это проверка уровня учебных достижений студентов по всей дисциплине за семестр. Формы контроля: зачет. Цель итогового контроля: проверка базовых знаний по дисциплине, полученных при изучении всех модулей семестра.

ИКД является выходным контролем по дисциплине, после которого можно рассчитывать на то, что процесс обучения по дисциплине завершен и в дальнейшем студент может сам при необходимости совершенствовать свои знания.

Распределение объемов различного вида контролей можно проиллюстрировать следующими цифрами на примере семестра: текущий контроль – 15 условных баллов; промежуточный контроль - 35 условных баллов; итоговый контроль - 50 условных баллов. Вся дисциплина оценивается в 100 условных баллов, если вся дисциплина оценивается цифрой, отличной от 100 баллов, то под условным баллом следует понимать процент от максимального числа баллов.

При этом действует следующая система перевода рейтинговых (условных) баллов в обычную шкалу оценок: “Отлично” (5) - 86–100 условных баллов; “Хорошо” (4) - 66–85 условных баллов; “Удовлетворительно” (3) - 51–65 условных баллов; “Неудовлетворительно” (2) - < 51 условных баллов.

Приведенные цифры говорят о том, что на любой стадии обучение студента можно считать удовлетворительным, если он набирает не менее 51 условных баллов. Так, например, набрав в ходе ТК и ПК 51 баллов, студент гарантирует себе оценку “удовлетворительно”.

Примеры оценочных средств (тестовых заданий) для текущего промежуточного и выходного контроля успеваемости по дисциплине:

Первый уровень сложности тестовых заданий (ТЗ) соответствует удовлетворительному владению предметом. Он представляет минимум базовых

знаний, необходимых для дальнейшего обучения в университете и включает в себя знания - копии ключевых понятий и формул. Проверке этого уровня посвящены простейшие тестовые задания с нормой трудности в 1 балл.

Второй уровень ТЗ соответствует хорошим знаниям и предполагает глубокое понимание понятий и формул, умения их преобразовывать и интерпретировать.

Проверке второго уровня посвящены тестовые задания повышенной трудности, с нормой трудности в 2 балла.

Третий уровень ТЗ соответствует отличным знаниям и предполагает навыки по использованию ключевых понятий и формул в стандартных, а иногда и в не стандартных ситуациях. Проверке третьего уровня посвящены наиболее трудные задания, с нормой трудности в 3 балла.

Задания каждого уровня снабжены соответствующими обозначениями. Это позволяет адаптивно строить усвоение программы дисциплины, когда каждый студент по мере усвоения курса на более низком уровне будет пробовать себя на более высоком уровне.

#### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

Для успешного освоения дисциплины, обучающий использует также кроме указанных выше в п. 8 программные обеспечения и интернет ресурсов: пакеты прикладных программ Delphi, Statistica.

#### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Учебные аудитории для проведения лекционных, семинарских и лабораторных занятий, компьютерные классы факультета и ИВЦ ДГУ. В университете имеется пакет необходимого лицензионного программного обеспечения.

При кафедре прикладной математики имеется студенческая научно-исследовательская лаборатория «Математическое моделирование».