

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНТРАНС РОССИИ)  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)  
ФГБОУ ВО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»  
(ФГБОУ ВО СПбГУ ГА)

УТВЕРЖДАЮ



Первый проректор – проректор  
по учебной работе  
Н.Н. Сухих  
2018 года

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Теория массового обслуживания

Направление подготовки  
38.03.02 Менеджмент

Профиль  
Менеджмент на воздушном транспорте

Квалификация выпускника  
бакалавр

Форма обучения  
очная

Санкт-Петербург  
2018

## 1. Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Теория массового обслуживания» – расширение и углубление знаний, умений, навыков и компетенций для успешной профессиональной деятельности выпускника в области моделирования задач массового обслуживания авиапредприятий.

Задачами изучения дисциплины являются:

– теоретическая и практическая подготовка студентов по вопросам разработки и использования методов теории массового обслуживания и моделей на производстве и в сервисе;

– участие в разработке и реализации массового обслуживания мероприятий операционного характера в соответствии со стратегией организации;

– организация массового обслуживания исполнителей для осуществления конкретных проектов;

– анализ случайных процессов, затрагивающих внешнюю и внутреннюю среду организации для принятия управленческих решений.

Дисциплина обеспечивает подготовку выпускника к организационно-управленческому, информационно-аналитическому и предпринимательскому видам профессиональной деятельности.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Теория массового обслуживания» представляет собой дисциплину, относящуюся к базовой части блока 1 дисциплин учебного плана прикладного бакалавриата по направлению подготовки 38.03.02 «Менеджмент», профиль «Менеджмент на воздушном транспорте».

Дисциплина «Теория массового обслуживания» обеспечивается дисциплиной «Математика».

Дисциплина «Теория массового обслуживания» является обеспечивающей для дисциплин «Информационные технологии в авиатранспортном производстве», «Интернет-технологии продажи авиаперевозок», «Исследование операций на воздушном транспорте», «Основы логистики», а также для подготовки к процедуре защиты и защиты выпускной квалификационной работы.

Дисциплина изучается в 2 семестре.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций.

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Способность к	Знать:

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
самоорганизации и самообразованию (ОК-6).	<p>– основные алгоритмы и методы решения задач массового обслуживания.</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формализовать поставленную задачу и довести её решение до наименее затратного результата;</li> <li>– использовать современные информационные технологии на основе самоорганизации и самообразования.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами классификации и интерпретации случайных процессов на основе самоорганизации и самообразования.</li> </ul>
Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникативных технологий и с учётом основных требований информационной безопасности (ОПК-7).	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные эргодические процессы в коммуникативных технологиях.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять методы массового обслуживания для работы с библиографическими единицами.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использование многоканальных систем ожидания для требований информационной безопасности.</li> </ul>
Владение навыками количественного и качественного анализа информации при принятии управленческих решений, построения экономических, финансовых и организационно-управленческих моделей путём их адаптации к конкретным задачам управления (ПК-10).	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы качественного и количественного анализа информации для моделирования систем массового обслуживания.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать методы теории марковских цепей для задач управления.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами взаимопомощи каналов массового обслуживания для оценки эффективности управленческих решений.</li> </ul>

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестр
		2
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Контактная работа:	40,3	40,3
лекции	20	20
практические занятия	20	20
семинары	-	-
лабораторные работы	-	-
курсовая работа	-	-
Самостоятельная работа студента	59	59
Промежуточная аттестация в форме зачета:	9	9
контактная работа	0,3	0,3
самостоятельная работа по подготовке к зачету	8,7	8,7

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1 Соотнесения тем дисциплины и формируемых компетенций

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции			Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОК-6	ОПК-7	ПК-10		
Тема 1. Дискретные цепи Маркова	16	+	+	+	Л, ПЗ, ВК СРС	УО, ИЗ
Тема 2. Марковские случайные процессы с непрерывным временем	19	+	+	+	Л, ПЗ СРС	УО, ИЗ
Тема 3. Основные понятия теории массового обслуживания	16	+	+	+	Л, ПЗ СРС	УО, ИЗ
Тема 4. Системы массового обслуживания с отказами	16	+	+	+	Л, ПЗ СРС	УО, ИЗ
Тема 5. Системы массового обслуживания с ожиданием	16	+	+	+	Л, ПЗ СРС	УО, ИЗ

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции			Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОК-6	ОПК-7	ПК-10		
Тема 6. Другие системы массового обслуживания.	16	+	+	+	Л, ПЗ СРС	УО, ИЗ
Всего по дисциплине	99					
Промежуточная аттестация	9					3
Итого по дисциплине	108					

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, У – устный опрос, ИЗ – индивидуальное задание, 3 – зачет.

## 5.2 Темы дисциплины и виды занятий

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
Тема 1. Дискретные цепи Маркова	4	4	—	—	8	—	16
Тема 2. Марковские случайные процессы с непрерывным временем	4	4	—	—	11	—	19
Тема 3. Основные понятия теории массового обслуживания	4	4	—	—	8	—	16
Тема 4. Системы массового обслуживания с отказами	2	2	—	—	12	—	16
Тема 5. Системы массового обслуживания с ожиданием	2	2	—	—	12	—	16
Тема 6. Другие системы массового обслуживания	4	4	—	—	8	—	16
Итого по дисциплине	20	40	—	—	59	—	99

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, С – семинар, ЛР – лабораторная работа, СРС – самостоятельная работа студента, КР – курсовая работа.

## 5.3 Содержание дисциплины

### **Тема 1. Дискретные цепи Маркова**

Определение дискретной цепи Маркова. Граф состояний системы. Матрица одношагового и n-шагового переходов. Классификация состояний дискретной цепи Маркова. Финальные вероятности состояний.

### **Тема 2. Марковские случайные процессы с непрерывным временем**

Граф состояний системы. Уравнения Колмогорова для вероятностей состояний. Эргодические процессы с непрерывным временем. Предельные вероятности состояний.

### **Тема 3. Основные понятия теории массового обслуживания**

Приближенное сведение немарковских случайных процессов к марковским. Понятие системы массового обслуживания (СМО). Основные определения. Классификация СМО.

### **Тема 4. Системы массового обслуживания с отказами**

Одноканальная СМО с отказами. Многоканальная СМО с отказами. Формулы Эрланга для предельных вероятностей состояний. Основные характеристики СМО с отказами.

### **Тема 5. Системы массового обслуживания с ожиданием**

Одноканальная и многоканальная СМО с ожиданием и с ограничением на длину очереди. Предельные вероятности состояний. Абсолютная и относительная пропускная способность. Среднее число заявок в очереди и среднее время пребывания заявки в системе.

### **Тема 6. Некоторые другие виды СМО**

СМО с ограничением времени ожидания. Система с неограниченной очередью. СМО «с взаимопомощью» между каналами. СМО «с нетерпеливыми заявками».

## **5.4. Практические занятия**

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
1	Практическое занятие 1. Нахождение матрицы перехода по графу состояний.	2
1	Практическое занятие 2. Нахождение финальных вероятностей.	2
2	Практическое занятие 3. Уравнения Колмогорова.	2
2	Практическое занятие 4. Эргодические процессы.	2
3	Практическое занятие 5. Основные понятия теории массового обслуживания.	2
3	Практическое занятие 6. Классификация систем массового обслуживания.	2
4	Практическое занятие 7. Системы массового обслуживания с отказами.	2

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
5	Практическое занятие 8. Системы массового обслуживания с ожиданием.	2
6	Практическое занятие 9. Системы массового обслуживания с ограниченным временем ожидания.	2
6	Практическое занятие 10. Системы массового обслуживания с «нетерпеливыми»	2
Итого по дисциплине		20

### 5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

### 5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
1	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала по теме «Дискретные цепи Маркова», работа с конспектом лекций и рекомендуемой литературой [2, 5, 6,7,8]. 2. Подготовка к устному опросу 3. Выполнение индивидуального задания	8
2	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала по теме «Марковские случайные процессы с непрерывным временем», работа с конспектом лекций и рекомендуемой литературой [1, 5, 6,7,8]. 2. Подготовка к устному опросу 3. Выполнение индивидуального задания	11
3	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала по теме «Основные понятия теории массового обслуживания», работа с конспектом лекций и рекомендуемой литературой [1, 2, 5,7,8]. 2. Подготовка к устному опросу 3. Выполнение индивидуального задания	8

4	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала по теме «Системы массового обслуживания с отказами», работа с конспектом лекций и рекомендуемой литературой [1, 2, 5,7,8]. 2. Подготовка к устному опросу 3. Выполнение индивидуального задания	12
5	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала по теме «Системы массового обслуживания с ожиданием», работа с конспектом лекций и рекомендуемой литературой [1, 2, 3, 5,7,8]. 2. Подготовка к устному опросу 3. Выполнение индивидуального задания	12
6	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала по теме «Некоторые другие виды СМО.», работа с конспектом лекций и рекомендуемой литературой [3, 4, 5,7,8]. 2. Подготовка к устному опросу 3. Выполнение индивидуального задания	8
Итого по дисциплине		59

#### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Письменный, Д.Т. **Конспект лекций по высшей математике:** полный курс [Текст] / Д.Т. Письменный. – 11-е изд. — М.: Айрис-пресс, 2013. — 608 с. — ISBN 978-5-8112-4867-7 (128 экз.).

2. Данко, П.Е. **Высшая математика в упражнениях и задачах. В 2-х ч. Ч. 1:** учебное пособие для вузов [Текст] / П.Е. Данко и др. — М.: Оникс, 2012. — 368 с. — ISBN 978-5-488-02448-9 (32 экз.).

3. Данко, П.Е. **Высшая математика в упражнениях и задачах. В 2-х ч. Ч. 2.:** учебное пособие для вузов [Текст] / П.Е. Данко и др. — М.: Оникс, 2012. — 448 с. — ISBN 978-5-488-02449-6 (14 экз.).

4. Гмурман, В.Е. **Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике:** учебное пособие [Текст] / В.Е. Гмурман — М.: Юрайт, 2011. — 404 с. — ISBN 978-5-9916-1266-1 (35 экз.).

б) дополнительная литература:

5. Литвиненкова, З.Н. **Теория массового обслуживания:** учебное пособие по изучению раздела «Теория массового обслуживания» [Текст] / З.Н. Литвиненкова, Е.А. Осиюк — СПб: Университет ГА, 2017. — 97 с. Количество 100 экз.



6. Полянский В.А. **Теория вероятностей и математическая статистика:** методические указания по изучению раздела «Элементы математической статистики» [Текст] / В.А. Полянский, Е.В. Москалёва — СПб: Университет ГА, 2018. — 48 с. Количество 270 экз.

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

7. **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный, (дата обращения: 10.01.2018)

8. **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»** [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com>, свободный (дата обращения: 10.01.2018)

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Аудитория с проектором (ауд. 411)

Электронная библиотека кафедры № 4.

Информационно-справочные и материальные ресурсы библиотеки СПбГУГА.

## **8. Образовательные и информационные технологии**

В рамках изучения дисциплины «Теория массового обслуживания» используются следующие образовательные технологии: входной контроль, лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов, индивидуальные задания.

*Входной контроль* предназначен для выявления уровня усвоения компетенций обучающимся, необходимых перед изучением дисциплины. Входной контроль осуществляется по вопросам, на которых базируется читаемая дисциплина.

*Традиционная лекция* составляет основу теоретического обучения в рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение фундаментальных основ научных знаний. На лекции концентрируется внимание обучающихся на наиболее важных вопросах изучаемой темы, стимулируется их активная познавательная деятельность.

*Практические занятия* по дисциплине проводятся в соответствии с учебно-тематическим планом по отдельным группам. Цель практических занятий – закрепить теоретические знания, полученные обучающимися на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих разделов рекомендуемой литературы, а также приобрести практические навыки решения задач. Практическое занятие предназначено для более глубокого освоения и анализа тем, изучаемых в рамках данной дисциплины.

Главной целью практического занятия является индивидуальная, практическая работа каждого обучающегося, направленная на формирование

у него компетенций, определенных в рамках дисциплины «Теория массового обслуживания».

*Самостоятельная работа* студента является составной частью учебной работы. Ее основной целью является формирование навыка самостоятельного приобретения знаний по некоторым не особо сложным вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, отработка навыков использования математических методов для решения прикладных и практических задач, самостоятельная работа со справочниками, периодическими изданиями и научно-популярной литературой, в том числе находящимися в глобальных компьютерных сетях.

Одной из форм руководства самостоятельной работой студентов (обучающихся) и оказания им помощи в освоении учебного материала являются консультации. На консультациях повторно рассматриваются вопросы, на которых базируется изучаемая дисциплина, и которые по результатам контроля недостаточно усвоены.

## **9. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Уровень и качество знаний обучающихся оценивается по результатам текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в форме зачета.

*Текущий контроль* успеваемости предназначен для промежуточной оценки уровня освоения студентом материала. Контроль успеваемости обучающихся включает проведение устных опросов по материалу предыдущего занятия и проверку индивидуальных заданий, выдаваемых на самостоятельную работу по темам дисциплины.

*Устный опрос* проводится на практическом занятии в течение не более 10 минут с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями студентов.

Примерный перечень контрольных вопросов для проведения устного опроса приведен в п.9.6.1.

*Индивидуальное задание для самостоятельной работы* выполняется студентом в рамках самостоятельной работы по соответствующей теме дисциплины по вариантам на основании задания, выдаваемого преподавателем, и представляет собой отработку навыков практического применения полученных теоретических знаний.

Контроль выполнения индивидуальных заданий проводится преподавателем не реже одного раза в две недели.

*Промежуточная аттестация* проводится в форме зачета. Зачет позволяет оценить уровень освоения компетенций обучающихся в результате изучения дисциплины. Зачет предполагает ответ на теоретический вопрос (п.9.6.3) и решение задач из перечня, вынесенного на промежуточную

аттестацию. К моменту сдачи зачета должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля.

Методика формирования результирующей оценки в обязательном порядке учитывает активность студентов на занятиях, посещаемость занятий, оценки за решение задач на практических занятиях, выполнение индивидуальных заданий.

### 9.1 Балльно-рейтинговая система (БРС) оценки текущего контроля успеваемости и знаний студентов

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 академических часов.

Вид промежуточной аттестации – зачет (2 семестр).

Тема / вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
	Минимальное значение	Максимальное значение		
<b>Тема № 1</b>				
Аудиторные занятия				
Лекция № 1-2	2	3	1,3	
Практическое занятие № 1-2	2	3	2,4	
Самостоятельная работа студента				
Индивидуальное задание № 1	5	7	5	
Итого баллов по теме № 1	9	13		
<b>Тема № 2</b>				
Аудиторные занятия				
Лекция № 3-4	2	3	5,7	
Практическое занятие № 3-4	2	3	6,8	
Самостоятельная работа студента				
Индивидуальное задание № 2	5	7	9	
Итого баллов по теме № 2	9	13		
<b>Тема № 3</b>				
Аудиторные занятия				
Лекция № 5-6	2	3	9,11	
Практическое занятие № 5-6	2	3	10,12	
Самостоятельная работа студента				
Индивидуальное задание № 3	5	7	13	
Итого баллов по теме № 3	9	13		
<b>Тема № 4</b>				

Тема / вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
	Минимальное значение	Максимальное значение		
Аудиторные занятия				
Лекция № 7	2	3	13	
Практическое занятие № 7	2	3	14	
Самостоятельная работа студен-				
Индивидуальное задание № 4	5	7	15	
Итого баллов по теме № 4	9	13		
<b>Тема № 5</b>				
Аудиторные занятия				
Лекция № 8	2	3	15	
Практическое занятие № 8	2	3	16,17	
Самостоятельная работа студен-				
Индивидуальное задание № 5	3	7	18	
Итого баллов по теме № 5	7	13		
<b>Тема № 6</b>				
Аудиторные занятия				
Лекция № 9-10	2	3	18,20	
Практическое занятие № 9-10	2	3	19,20	
Самостоятельная работа студен-				
Индивидуальное задание № 6	5	7	20	
Итого баллов по теме № 6	9	13		
<b>Итого по обязательным видам занятий</b>				
<b>Зачёт</b>	8	12		
<b>Итого по дисциплине</b>	60	90		
<b>Премияльные виды деятельности (для учета при определении рейтинга)</b>				
Ведение конспектов лекционных и практических занятий		5		
Своевременное выполнение домашних заданий		5		
<b>Итого дополнительно премияль-</b>		10		
<b>Всего по дисциплине (для рейтинга)</b>	60	100		

<b>Перевод баллов БРС в оценку по «академической»</b>	
<b>Количество баллов по БРС</b>	<b>Оценка (по «академической» шкале)</b>
60 и более	«зачтено»
менее 60	«не зачтено»

## **9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Посещение лекционного занятия обучающимся оценивается в 0,8 балла. Ведение лекционного конспекта – 0,2 баллов. Активное участие в обсуждении дискуссионных вопросов в ходе лекции – до 2 баллов.

Максимальное число баллов по лекционному занятию равно 3.

Посещение практического занятия оценивается в 2 балл. Активное участие на практическом занятии до 1.

Максимальное число баллов по практическому занятию равно 3.

Выполнение индивидуального задания оценивается в 3 балла. Успешное решение индивидуального задания до 4.

Максимальное число баллов по индивидуальному заданию равно 7.

В процессе преподавания дисциплины «Теория массового обслуживания для текущего контроля знаний обучающихся используются следующие формы:

- устный опрос в начале лекции по теме предыдущего занятия; - оценка решения типовых задач на практических занятиях;
- оценка выполненных индивидуальных заданий.

Методика оценивания и (или) выставления баллов, используемая для оценки промежуточного контроля успеваемости и знаний доводится преподавателем до сведения обучающихся на первом занятии.

Устный опрос проводится выборочно в начале каждой лекции в течение 5-8 мин. Оценка «отлично» (максимальный балл) ставится, если обучающийся четко и ясно, по существу дает ответ на поставленный вопрос. Оценка «хорошо» или «удовлетворительно» (балл ниже максимального) ставится в том случае, если обучающийся не сразу дал верный ответ, но смог дать его правильно при помощи ответов на наводящие вопросы. Оценка «неудовлетворительно» (0 баллов) ставится, если обучающийся неправильно отвечает на поставленный вопрос даже при наводящих вопросов со стороны преподавателя, либо отказывается отвечать.

Оценивание умения решения типовых задач проводится на практических занятиях по результатам ответа студента у доски (выборочно). Оценка «отлично» (максимальный балл) ставится, если обучающийся самостоятельно правильно решает задачу. Оценка «хорошо» или «удовлетворительно» (балл ниже максимального) ставится, если обучающийся не способен полностью самостоятельно решить задачу, но может решить ее с помощью преподавателя или других обучающихся. Оценка

«неудовлетворительно» (0 баллов) ставится, если обучающийся не способен решить задачу ни самостоятельно, ни с помощью преподавателя (в случае неподготовленности по изученным темам, имеющим отношение к решению данной задачи) или если обучающийся отказывается решать предлагаемую задачу.

Самостоятельное выполнение обучающимися индивидуальных заданий оценивается по следующим критериям. Оценка «отлично» (максимальный балл) ставится, если обучающийся выбрал правильный ход решения и получил верный результат во всех задачах. Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся верно решил не менее 70% заданий, при этом в остальных задачах выбрал правильный метод решения, но допустил на разных этапах арифметические ошибки. Оценка «удовлетворительно» (минимальный балл) ставится, если обучающийся решил менее 70% заданий.

Оценка «неудовлетворительно» (0 баллов) ставится, если обучающийся решил правильно менее 40% заданий, либо все задачи решены неправильно.

### **9.3 Темы курсовых работ по дисциплине**

Написание курсовых работ учебным планом не предусмотрено.

### **9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам**

1. Преобразование алгебраических выражений.
2. Решение системы уравнений.
3. Решение системы неравенств.
4. Свойства логарифмов.
5. Логарифмические уравнения.
6. Тригонометрические преобразования.
7. Тригонометрические уравнения.
8. Решение примеров по планиметрии.
9. Решение примеров по стереометрии.
10. Решение примеров с параметрами.
11. Алгебра множеств.
12. Перестановки и сочетания.
13. Классическая вероятность.

### **9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Критерии	Этапы формирования компетенций	Показатели оценивания компетенций
<i>Способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-6).</i>		
<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные характеристики системы массового обслуживания с отказом;</li> <li>– основные характеристики системы массового обслуживания с ожиданием;</li> <li>– основные характеристики системы массового обслуживания с взаимопомощью.</li> </ul>	1 этап формирования	<p>Называет основные характеристики системы массового обслуживания с отказом.</p> <p>Называет основные характеристики системы массового обслуживания с ожиданием.</p>
	2 этап формирования	<p>Называет основные характеристики системы массового обслуживания с взаимопомощью.</p>
<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять методы теории массового обслуживания на основе самоорганизации и самообразования;</li> <li>– применять методы теории случайных процессов на основе самоорганизации и самообразования;</li> <li>– применять методы теории графов на основе самоорганизации и самообразования.</li> </ul>	1 этап формирования	<p>Использует методы теории массового обслуживания на основе самоорганизации и самообразования.</p> <p>Использует методы теории случайных процессов на основе самоорганизации и самообразования.</p>
	2 этап формирования	<p>Использует методы теории графов на основе самоорганизации и самообразования.</p>
<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами описания случайных процессов с дискретным временем;</li> <li>– методами описания случайных процессов с непрерывным временем;</li> <li>– методами вычисления основных характеристик случайных процессов на основе самоорганизации и самообразования.</li> </ul>	1 этап формирования	<p>Демонстрирует методы описания случайных процессов с дискретным временем.</p> <p>Демонстрирует методы описания случайных процессов с непрерывным временем.</p>
	2 этап формирования	<p>Вычисляет основных характеристик случайных процессов на основе самоорганизации и самообразования.</p>

Критерии	Этапы формирования компетенций	Показатели оценивания компетенций
<i>Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникативных технологий и с учётом основных требований информационной безопасности (ОПК-7).</i>		
<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные эргодические процессы в коммуникативных технологиях;</li> <li>– основные случайные процессы в информационных технологиях;</li> <li>– основные характеристики теории массового обслуживания системы информационной безопасности.</li> </ul>	1 этап формирования	<p>Называет основные эргодические процессы в коммуникативных технологиях.</p> <p>Называет основные случайные процессы в информационных технологиях.</p>
	2 этап формирования	<p>Называет основные характеристики теории массового обслуживания системы информационной безопасности.</p>
<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять методы теории массового обслуживания для работы с библиографическими единицами;</li> <li>– применять методы теории случайных процессов для работы с библиографическими единицами.</li> <li>– применять методы теории графов для описания процессов информационной безопасности.</li> </ul>	1 этап формирования	<p>Использует методы теории множеств для описания структуры коллектива.</p> <p>Применяет методы теории отображений для описания взаимодействия коллектива.</p>
	2 этап формирования	<p>Применяет методы комбинаторики для описания структуры коллектива.</p>
<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использованием одноканальных систем с ожиданием для требований информационной безопасности;</li> <li>– использованием многоканальных систем с ожиданием для требований информационной безопасности;</li> </ul>	1 этап формирования	<p>Разрабатывает одноканальных систем с ожиданием для требований информационной безопасности.</p> <p>Разрабатывает многоканальных систем с ожиданием для требований информационной безопасности.</p>



Критерии	Этапы формирования компетенций	Показатели оценивания компетенций
– использованием систем с ограниченной очередью для требований информационной безопасности.	2 этап формирования	Разрабатывает системы с ограниченной очередью для требований информационной безопасности.
<i>Владение навыками количественного и качественного анализа информации при принятии управленческих решений, построения экономических, финансовых и организационно-управленческих моделей путём их адаптации к конкретным задачам управления (ПК-10).</i>		
<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы количественного анализа информации для моделирования систем массового обслуживания;</li> <li>– методы качественного анализа информации для моделирования систем массового обслуживания;</li> <li>– методы анализа информации для моделирования дискретной цепи Маркова, описывающей конкретную задачу управления.</li> </ul>	1 этап формирования	<p>Называет методы количественного анализа информации для моделирования систем массового обслуживания.</p> <p>Называет методы качественного анализа информации для моделирования систем массового обслуживания.</p>
	2 этап формирования	Называет методы анализа информации для моделирования дискретной цепи Маркова, описывающей конкретную задачу управления.
<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать методы теории марковских цепей при принятии управленческих решений;</li> <li>– использовать методы системы Эрланга при принятии управленческих решений;</li> <li>– использовать методы системы с очередью при принятии управленческих решений.</li> </ul>	1 этап формирования	<p>Применяет методы теории марковских цепей при принятии управленческих решений.</p> <p>Применяет методы системы Эрланга при принятии управленческих решений.</p>
	2 этап формирования	Применяет методы системы с очередью при принятии управленческих решений.

Критерии	Этапы формирования компетенций	Показатели оценивания компетенций
<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами взаимопомощи каналов принятия решения для конкретной задачи управления;</li> <li>– методами определения входящих потоков информации для оценки эффективности управленческих решений;</li> <li>– методами вероятностного описания задачи управления для оценки эффективности управленческих решений.</li> </ul>	1 этап формирования	<p>Разрабатывает методы взаимопомощи каналов принятия решения для конкретной задачи управления.</p> <p>Разрабатывает методы определения входящих потоков информации для оценки эффективности управленческих решений.</p>
	2 этап формирования	Составляет вероятностное описание задачи управления для оценки эффективности управленческих решений.

### 9.5.1 Описание шкал оценивания

Характеристики шкалы оценивания приведены ниже.

1. Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 30. Минимальное (зачетное) количество баллов («зачет сдан») – 15 баллов.

2. При наборе менее 15 баллов – зачет не сдан по причине недостаточного уровня знаний.

3. Ответы на вопросы билета оцениваются следующим образом:

– *1 балл*: отсутствие продемонстрированных знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта (нет ответа на вопрос) или отказ от ответа;

– *2 балла*: нет удовлетворительного ответа на вопрос, демонстрация фрагментарных знаний в рамках образовательного стандарта, незнание лекционного материала;

– *3 балла*: нет удовлетворительного ответа на вопрос, много наводящих вопросов, отсутствие ответов по основным положениям вопроса, незнание лекционного материала;

– *4 балла*: ответ удовлетворительный, оценивается как минимально необходимые знания по вопросу, при этом показано хотя бы минимальное знание всех разделов вопроса в пределах лекционного материала. При этом студентом демонстрируется достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта;

– *5 баллов*: ответ удовлетворительный, достаточные знания в объеме учебной программы, ориентированные на воспроизведение; использование

научной (технической) терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;

– *6 баллов*: ответ удовлетворительный, студент достаточно ориентируется в основных аспектах вопроса, студент демонстрирует полные и систематизированные знания в объеме учебной программы;

– *7 баллов*: ответ хороший (достаточное знание материала), но требовались наводящие вопросы, студент демонстрирует систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;

– *8 баллов*: ответ хороший, ответом достаточно охвачены все разделы вопроса, единичные наводящие вопросы; студент демонстрирует способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы;

– *9 баллов*: систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; студент демонстрирует способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы;

– *10 баллов*: ответ на вопрос полный, не было необходимости в дополнительных (наводящих вопросах); студент демонстрирует систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы.

## **9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам обучения по дисциплине**

### **9.6.1 Примерный перечень контрольных вопросов для проведения устного опроса**

#### Тема № 1

1. Как определяется случайный процесс?
2. Какие существуют виды случайных процессов?
3. Какой случайный процесс называется марковским?
4. Как строится граф состояний системы?
5. Как определяется матрица перехода по графу состояний?
6. Как вычисляются финальные вероятности состояний?

#### Тема № 2

1. Какой случайный процесс называется непрерывным?
2. Как строится граф состояния системы в случае непрерывного времени?
3. Какие процессы называются эргодическими?
4. Как определяется интенсивность переходов?
5. Что описывает уравнение Колмогорова?
6. В каком случае уравнение Колмогорова – Чепмена решается аналитически?

#### Тема № 3

1. Как определяется система массового обслуживания?

2. Как определяется входящий поток заявок?
3. Какой поток заявок называют простейшим?
4. Как определяется отсутствие последствия?
5. Как определяется интенсивность потока заявок?
6. Какое распределение применяется в системе массового обслуживания?

#### Тема № 4

1. Какая система массового обслуживания называется одноканальной?
2. Какая система массового обслуживания называется многоканальной?
3. Из какого уравнения вычисляются финальные вероятности системы?
4. Для чего применяется формула Эрланга?
5. Как определяется относительная пропускная способность?
6. Как определяется относительная пропускная способность?

#### Тема № 5

1. Как определяются состояния системы в случае очереди?
2. В каком случае заявка получает отказ?
3. Как влияет интенсивность потока на абсолютную пропускную способность?
4. Как влияет интенсивность потока на среднее время ожидания в очереди?
5. В каких случаях используется формула Литтла?
6. Какие характеристики системы меняются в случае неограниченной очереди?

#### Тема № 6

1. Как определяется система массового обслуживания с нетерпеливыми заявками?
2. Как определяется приведённая интенсивность потока?
3. Как можно определить число заявок в очереди в рамках теории случайных величин?
4. Как связано число нетерпеливых заявок с приведённой интенсивностью потока?
5. Какие величины определяют эффективность работы системы массового обслуживания?
6. Как определяются система массового обслуживания с взаимопомощью?

### **9.6.2 Примерный перечень индивидуальных заданий для проведения текущего контроля знаний**

1.ИДЗ №1 «Системы массового обслуживания с отказами» Примерный вариант ИДЗ №1

Задача 1. Известно, что заявки на телефонные переговоры в телевизионном ателье поступают с интенсивностью  $\lambda$ , равной 90 заявок в час, а средняя продолжительность разговора по телефону  $T_{об.} = 2$  мин. Определить показатели эффективности работы СМО (телефонной связи) при наличии одного телефонного номера.

Задача 2. Автозаправочная станция представляет собой СМО с 2 каналами обслуживания (двумя колонками). Площадка при станции допускает пребывание в очереди на заправку не более трех машин одновременно ( $m=3$ ). Если в очереди уже находятся три машины, очередная машина, прибывшая к станции, в очередь не становится. Поток машин, прибывший для заправки, имеет интенсивность  $\lambda=1$  (машина в минуту). Процесс заправки продолжается в среднем 1,25 мин.

Определить:

Вероятность отказа, относительную и абсолютную пропускную способности АЗС, среднее число машин, ожидающих заправки, среднее число машин находящихся на АЗС (включая обслуживаемые)

2.ИДЗ №2 «Системы массового обслуживания с ожиданием» Примерный вариант ИДЗ №2

Задача 1.

На сортировочную станцию прибывают составы с интенсивностью 0,9 состава в час. Среднее время обслуживания одного состава 0,7 часа. Определить показатели эффективности работы сортировочной станции: интенсивность потока обслуживаний, среднее число заявок в очереди, интенсивность нагрузки канала (трафик), вероятность, что канал свободен, вероятность, что канал занят, среднее число заявок в системе, среднее время пребывания заявки в очереди, среднее время пребывания заявки в системе при  $\lambda=0.5$ ,  $T_{об} = 0.3$

Задача 2.

Интенсивность потока пассажиров в кассах железнодорожного вокзала составляет  $\lambda = 1,35$  чел. в мин. Средняя продолжительность обслуживания кассиром одного пассажира  $T_{об} = 2$  мин. Определить минимальное количество кассиров  $n = n_{min}$ , при котором очередь не будет расти до бесконечности, и соответствующие характеристики обслуживания при  $n = n_{min}$  (вероятность того, что в узле расчета отсутствуют покупатели, вероятность очереди, среднее число заявок находящихся в очереди, среднее время пребывания заявки в очереди, среднее число заявок, находящихся в системе, среднее время пребывания заявки в системе, доля занятых обслуживанием кассиров.

### 9.6.3 Примерный перечень вопросов для промежуточной аттестации в форме зачета

1. Понятие случайного процесса.
2. Виды случайных процессов.
3. Сечение случайного процесса. Реализация случайного процесса.

4. Определение марковского случайного процесса.
5. Понятие дискретной цепи Маркова.
6. Матрицы одношагового и n-шагового переходов.
7. Вектор состояний системы после k-го шага.
8. Классификация состояний дискретной цепи Маркова.
9. Эргодические дискретные цепи Маркова.
10. Предельные (финальные вероятности состояний).
11. Поглощающие цепи Маркова.
12. Фундаментальная матрица. Среднее число попаданий системы в состояние  $S_i$  до момента поглощения.
13. Определение Марковского случайного процесса с непрерывным временем.
14. Уравнения Колмогорова и правило их составления по размеченному графу состояний.
15. Предельные вероятности состояний.
16. Процесс «гибели и размножения». 17. Пуассоновский поток событий.
18. Простейший поток.
19. Поток Пальма. Поток Эрланга.
20. Понятие системы массового обслуживания.
21. Классификация СМО.
22. Одноканальная СМО с отказами.
23. Основные характеристики одноканальной СМО с отказами. 24. Многоканальная СМО с отказами.
25. Формулы Эрланга для предельных вероятностей состояний. 26. Понятие СМО с ожиданием.
27. Предельные вероятности состояний.
28. Вероятность отказа.
29. Абсолютная и относительная пропускная способность.
30. Среднее число заявок в очереди.
31. СМО с ограничением времени ожидания.
32. СМО «с взаимопомощью» между каналами.

## **10. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины студенты должны посещать лекционные и практические занятия, аккуратно конспектировать лекции (писать в отдельной тетради, выделять и фиксировать ключевые моменты лекции), выполнять задания по решению типовых задач на практических занятиях. Перед занятиями студентам рекомендуется прочитать конспект предыдущего занятия. В конце и на протяжении занятия студенты могут задать преподавателю уточняющие вопросы по рассматриваемой теме.

Важным условием успешного освоения дисциплины является также самостоятельная работа студентов. Целью самостоятельной (внеаудиторной) работы обучающихся при изучении настоящей учебной дисциплины является выработка ими навыков решения задач по изучаемой теме, работы с научной и учебной литературой, другими источниками, а также развитие у обучающихся устойчивых способностей к самостоятельному (без помощи преподавателя) изучению и обработке полученной информации.

В процессе самостоятельной работы обучающийся должен воспринимать, осмысливать и углублять получаемую информацию, решать практические задачи, анализировать полученные результаты, выполнять индивидуальные задания, овладевать профессионально необходимыми навыками. Самостоятельная работа обучающегося должна иметь систематичный и последовательный характер. Только в этом случае происходит успешное освоение программы дисциплины.

Текущий контроль знаний студентов осуществляется в следующих формах:

- по итогам работы на практических занятиях;
- по результатам самостоятельной работы.

В методике преподавания дисциплины учитываются форма обучения, профиль и направление подготовки студентов следующим образом:

- включением соответствующих тем в содержание дисциплины,
- знания, ранее приобретенные студентами при изучении дисциплины «Математика».

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 38.03.02 «Менеджмент».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 4 «Высшая математика» «08» 02 2018 года, протокол № 6.

Разработчик  
ст. преподаватель



Киселев А.А.

Заведующий кафедрой № 4  
д.т.н., профессор



Полянский В.А.

Программа согласована  
Руководитель ОПОП  
д.т.н., доцент



Маслаков В.П.

Программа одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета «14» февраля 2018 года, протокол № 5.