



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ  
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора

\_\_\_\_\_ А.В. Троицкий

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

***ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ  
ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ***

***КАФЕДРА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ И СТАНДАРТИЗАЦИИ***

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ДИСЦИПЛИНЫ  
«ОСНОВЫ ТЕОРИИ ОЧЕРЕДЕЙ»**

**Направление подготовки: 27.03.02 Управление качеством**

**Профиль: Управление качеством в машиностроении**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Форма обучения: очная, заочная**

Королев  
2023

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе основной профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.

**Автор: Серёгин Н.Г. Рабочая программа дисциплины: «Основы теории очередей» – Королев МО: «Технологический университет», 2023**

Рецензент: к.т.н., доц. Воейко О.А.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 27.03.02 Управление качеством и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета.

Протокол № 9 от 11.04.2023г.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:**

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Воейко О.А. к.т.н., доцент 	Воейко О.А. к.т.н., доцент		
Год утверждения (переподтверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 11 от 28.03.2023			

**Рабочая программа согласована:**

Руководитель ОПОП ВО  Ю.С. Попова к.э.н.

**Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:**

Год утверждения (переподтверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания УМС	№ 5 от 11.04.2023			

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

**Целью** изучения дисциплины является:

1. изучение теоретических основ теории массового обслуживания (ТМО);
2. формирование у студентов практических навыков моделирования систем массового обслуживания (СМО) (систем множественного доступа, таких как телефонные и компьютерные сети) и оценки их эффективности.
3. формирование у студентов практических навыков по анализу процессов, происходящих в СМО, и прогноза их влияние на показатели эффективности;
4. обучение студентов практическому использованию вычислительной техники для анализа показателей эффективности СМО;
5. формирование у студентов практических навыков по систематизации и анализу данных об эффективности эксплуатации СМО и выработке предложений по их совершенствованию;
6. развитие творческой самостоятельности студентов.

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует следующие компетенции.

### **Универсальные компетенции:**

- УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

### **Профессиональные компетенции:**

- ПК-2 Способен анализировать информацию, полученную на различных этапах производства продукции, работ (услуг) по показателям качества.
- ПК-3 Способен осуществлять работы по управлению качеством процессов производства продукции и оказания услуг.

**Основными задачами** дисциплины являются:

1. изучить и освоить основные теоретические методы и приёмы исследования систем массового обслуживания;
2. обучить теории и практике моделирования СМО, определения их основных характеристик и оценки эффективности;
3. обучить навыкам работы со специальной математической литературой.

Показатель освоения компетенции отражают следующие индикаторы:

**Трудовые действия:**

УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов.

ПК-2.2. Владеть навыками составления отчетов по показателям качества, характеризующих разрабатываемую и выпускаемую продукцию, работы (услуги).

ПК-3.2. Владеть основными методами квалитетического анализа продукции (услуг) и основными методами управления качеством при производстве изделий (оказании услуг).

ПК-3.4. Проводить инспекционный контроль производства.

**Необходимые умения:**

УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие;

УК-1.2. Определяет и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи;

УК-1.5. Анализирует пути решения проблем мировоззренческого, нравственного и личностного характера на основе использования основных философских идей и категорий в их историческом развитии и социально-культурном контексте.

ПК-2.1. Уметь собирать и обрабатывать данные по показателям качества, характеризующих разрабатываемую и выпускаемую продукцию, работы (услуги) для различных этапов жизненного цикла изделий.

ПК-3.1. Уметь анализировать дефекты, в, вызывающие ухудшение качественных и количественных показателей продукции (услуг) на стадии производства продукции и оказания услуг и выявлять причины возникновения дефектов.

**Необходимые знания:**

УК-1.4. При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы, в том числе с применением философского понятийного аппарата.

ПК-2.3. Знать актуальную нормативную документацию в области управления качеством при проектировании продукции (оказании услуг).

ПК-3.3. Знать правила разработки корректирующих действий по устранению дефектов, вызывающих ухудшение качественных и количественных показателей продукции (услуг) на стадии производства продукции и оказания услуг.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Основы теории очередей» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений основной программы по направлению подготовки 27.03.02 Управление качеством.

Изучение данной дисциплины базируется на ранее изученной дисциплине «Марковские процессы в управлении качеством и инновациями» и компетенциях ПК-1, ПК-3.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины, являются базовыми при выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра.

## 3. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины для обучающихся очной и заочных форм обучения составляет **4** зачетных единиц, **144** часов.

Таблица 1

Виды занятий	Всего часов	Курс ...	Семестр ...	Семестр 7	Семестр ...
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>108</b>			<b>108</b>	
<b>ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ</b>					
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>48</b>			<b>48</b>	
Лекции (Л)	16			16	
Лабораторные работы (ЛР)	-			-	
Практические занятия (ПЗ)	16			16	
Практическая подготовка	-			-	
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>76</b>			<b>76</b>	
Курсовые, расчетно-графические работы	-				
Контрольная работа, домашнее задание	К.Р.			+	
Текущий контроль знаний (7 - 8, 15 - 16 недели)	Тест			+	
Вид итогового контроля	Зачет/экзамен			зачет	
<b>ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ</b>					
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>12</b>			<b>12</b>	
Лекции (Л)	4			4	
Лабораторные работы (ЛР)	4			4	
Практические занятия (ПЗ)	8			8	

Практическая подготовка	4			4	
Самостоятельная работа	92			92	
Курсовые работы, расчетно-графические работы	-			-	
Контрольная работа, домашнее задание	К.Р.			+	
Текущий контроль знаний (7 - 8, 15 - 16 недели)	Тест			-	
Вид итогового контроля	Зачет/экзамен			зачет	

#### 4. Содержание дисциплины (модуля)

##### 4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час. очное/заочное	Практические занятия, час очное/заочное	Лабораторные занятия, час очное/заочное	Занятия в интерактивной форме, час очное/заочное	Практическая подготовка, час очное/заочное	Код компетенций
Тема 1. «Предмет, цель и задачи теории массового обслуживания. Структура и классификация систем массового обслуживания».	1/0,5	-	-	1/-	-	УК-1 ПК-2 ПК-3
Тема 2. «Потоки событий».	1/0,5	1/1	-	1/-	-	УК-1 ПК-2 ПК-3
Тема 3. «Понятие о марковском случайном процессе».	1/0,5	1/-	-/2	1/-	-/2	УК-1 ПК-2 ПК-3
Тема 4. «Предельные вероятности состояний. Уравнения Колмогорова».	1/0,5	1/2	-/2	1/-	-/2	УК-1 ПК-2 ПК-3
Тема 5. «Процессы гибели и размножения».	2/0,5	1/1	-	1/0,5	-	УК-1 ПК-2 ПК-3
Тема 6. «Одноканальная система массового	1/0,5	1/1	-	1/0,5	-	УК-1 ПК-2 ПК-3

обслуживания с отказами».						
Тема 7. «Многоканальная система массового обслуживания с отказами».	<b>2/0,5</b>	<b>1/1</b>	-	<b>2/0,5</b>	-	УК-1 ПК-2 ПК-3
Тема 8. «Одноканальная система массового обслуживания с очередью (ожиданием)».	<b>2/0,5</b>	<b>2/1</b>	-	<b>2/0,5</b>	-	УК-1 ПК-2 ПК-3
Тема 9. «Одноканальная система массового обслуживания с неограниченным ожиданием».	<b>2/-</b>	<b>2/1</b>	-	<b>2/0,5</b>	-	УК-1 ПК-2 ПК-3
Тема 10. «Многоканальная СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди».	<b>1/-</b>	<b>2/-</b>	-	<b>2/0,5</b>	-	УК-1 ПК-2 ПК-3
Тема 11. «Многоканальная система массового обслуживания с неограниченной очередью».	<b>1/-</b>	<b>2/-</b>	-	<b>2/0,5</b>	-	УК-1 ПК-2 ПК-3
Тема 12. «Многоканальная система массового обслуживания с ограниченной очередью и ограниченным временем ожидания в очереди».	<b>1/-</b>	<b>2/-</b>	-	<b>2/0,5</b>	-	УК-1 ПК-2 ПК-3
<b>Итого:</b>	<b>16/4</b>	<b>16/8</b>	<b>-/4</b>	<b>18/4</b>	<b>-/4</b>	

#### 4.2 Содержание тем дисциплины

##### **Тема 1. Предмет, цель и задачи теории массового обслуживания. Структура и классификация систем массового обслуживания.**

Основные понятия теории вероятности. Система массового обслуживания (СМО). Теория массового обслуживания (ТМО). Каналы обслуживания. Одноканальные СМО, многоканальные СМО.

## **Тема 2. Потоки событий.**

Потоки событий, основные понятия. Пуассоновский поток. Простейший поток и его свойства. Потоки Эрланга. Потоки Пальма. Суперпозиция потоков. Области применения.

## **Тема 3. Понятие о марковском случайном процессе.**

Дискретный марковский случайный процесс. Дискретный СП с дискретным временем. Дискретный Марковский случайный процесс с непрерывным временем.

## **Тема 4. Предельные вероятности состояний. Уравнения Колмогорова.**

Предельные вероятности. Граф состояний. Уравнения Колмогорова для вероятностей состояний марковских систем с непрерывным временем и дискретными состояниями. Предельный стационарный режим. Понятие регулярности Марковской цепи.

## **Тема 5. Процессы гибели и размножения.**

Примеры и области применения процессов гибели и размножения. Граф состояний и переходов. Формула Литтла. Примеры решения задач.

## **Тема 6. Одноканальная система массового обслуживания с отказами.**

Области применения. Граф состояний и переходов. Показатели эффективности СМО. Примеры решения задач.

## **Тема 7. Многоканальная система массового обслуживания с отказами.**

Области применения. Граф состояний и переходов. Показатели эффективности СМО. Примеры решения задач.

## **Тема 8. Одноканальная система массового обслуживания с очередью (ожиданием).**

Области применения. Граф состояний и переходов. Показатели эффективности СМО. Примеры решения задач.

## **Тема 9. Одноканальная система массового обслуживания с неограниченным ожиданием.**

Области применения. Граф состояний и переходов. Показатели эффективности СМО. Примеры решения задач.

## **Тема 10. Многоканальная СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди.**

Области применения. Граф состояний и переходов. Показатели эффективности СМО. Примеры решения задач.

## **Тема 11. Многоканальная система массового обслуживания с неограниченной очередью.**

Области применения. Граф состояний и переходов. Показатели эффективности СМО. Исследование состояния очереди. Примеры решения задач.

## **Тема 12. Многоканальная система массового обслуживания с ограниченной очередью и ограниченным временем ожидания в очереди.**

Области применения. Граф состояний и переходов. Показатели эффективности СМО. Примеры решения задач.



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

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Структура фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведена в Приложении 1 к настоящей программе.

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

### **Основная литература:**

1. Иванов, Б. Н. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс]: учебное пособие / Иванов Б. Н. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 224 с. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-8114-3636-1. URL:

<https://e.lanbook.com/book/113901>

2. Годин, Александр Михайлович. Статистика : Учебник / Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации. - 12. - Москва : Издательско-торговая корпорация "Дашков и К", 2020. - 410 с. - ISBN 978-5-394-03485-5.

URL: <http://znanium.com/go.php?id=1093663>

3. Магер В. Е. Управление качеством: Учебное пособие. - 1. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2020. - 176 с. - ISBN 978-5-16-004764-5. - Электронная программа (визуальная). Электронные данные: электронные.

URL: <http://znanium.com/go.php?id=1052442>

### **Дополнительная литература:**

1. Стрекаловская А. Д. Теория массового обслуживания [электронный ресурс]: метод. указания к лаб. работе / А. Д. Стрекаловская, А. В. Рачинских, Т. А. Санеева, Рачинских, Санеева. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2011. - 29 с.; нет. URL: <http://rucont.ru/efd/176623>

2. Дынкин Е.Б. Марковские процессы. - Москва: Гос. изд-во физико-математической лит., 1963. - 861 с. - (Теория вероятностей и математическая статистика). URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=112147>

3. Тарасова Н.В. Системы массового обслуживания: Методич. Указания. - Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2012. - 32: нет. URL: <https://lib.rucont.ru/efd/216044>

### **Рекомендуемая литература:**

1. Вентцель Е. С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. Учебное пособие. Пятое издание, стереотипное. М.: КНОРУС. 2010.
2. Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Теория случайных процессов и её инженерные приложения. Пятое издание, стереотипное. М.: КНОРУС. 2011.
3. Саати Т. Л. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения. М.: «ЛИБРОКОМ». 2010.
4. Просветов Г. И. Теория вероятностей и математическая статистика: задачи и решения. Учебно-методическое пособие. М.: Альфа-Пресс. 2009.
5. Гнеденко Б. В., Коваленко И. Н. Введение в теорию массового обслуживания. М.: ЛКИ. 2007.
6. Хинчин А. Я. Работы по математической теории массового обслуживания. Москва. ЛИБРОКОМ. 2010 г.

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

#### **Интернет-ресурсы:**

<http://www.biblioclub.ru/>  
<http://www.diss.rsl.ru/>  
<http://www.rucont.ru/>  
<http://www.znaniyum.com/>  
<http://www.book.ru/>  
<http://www.biblio-online.ru/>  
<http://ies.unitech-mo.ru/>  
<http://unitech-mo.ru/>

### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приведены в Приложении 2 к настоящей программе.

### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

**Перечень программного обеспечения:** Microsoft, Excel, MSOffice, PowerPoint.

#### **Информационные справочные системы:**

1. Электронные ресурсы библиотеки Университета.
2. Консультант Плюс.

### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран);
- комплект электронных презентаций/слайдов.

Лабораторные работы:

Не предусмотрены учебным планом.

Прочее:

- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет.

***ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ  
ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ***

***КАФЕДРА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ И СТАНДАРТИЗАЦИИ***

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ**

***«ОСНОВЫ ТЕОРИИ ОЧЕРЕДЕЙ»***

**(Приложение 1 к рабочей программе)**

**Направление подготовки: 27.03.02 Управление качеством**  
**Профиль: Управление качеством в машиностроении**  
**Уровень высшего образования: бакалавриат**  
**Форма обучения: очная, заочная**

Королев  
2023

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)*	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции (или ее части), обучающийся должен:		
				Трудовые действия	Необходимые умения	Необходимые знания
1.	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7. Тема 8. Тема 9. Тема 10. Тема 11. Тема 12.	Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов.	Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Определяет и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи	При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы, в том числе с применением философского понятийного аппарата.
2.	ПК-2	Способен применять знание этапов жизненного цикла изделия, продукции или услуги.	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7. Тема 8. Тема 9. Тема 10. Тема 11. Тема 12.	Владеет навыками составления отчетов по показателям качества, характеризующих разрабатываемую и выпускаемую продукцию, работы (услуги).	Умеет собирать и обрабатывать данные по показателям качества, характеризующих разрабатываемую и выпускаемую продукцию, работы (услуги) для различных этапов жизненного цикла изделий.	Знать актуальную нормативную документацию в области управления качеством при проектировании продукции (оказании услуг).
3.	ПК-3	Способен использовать знания о принципах принятия решений в условиях неопределенности, о принципах оптимизации.	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7. Тема 8. Тема 9. Тема 10. Тема 11. Тема 12.	Владеет основными методами квалитетического анализа продукции (услуг) и основными методами управления качеством при производстве изделий (оказании услуг).	Уметь анализировать дефекты, в, вызывающие ухудшение качественных и количественных показателей продукции (услуг) на стадии производства и оказания услуг и выявлять причины возникновения дефектов.	Знать правила разработки корректирующих действий по устранению дефектов, вызывающих ухудшение качественных и количественных показателей продукции (услуг) на стадии производства и оказания услуг.

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции	Инструмент, оценивающий сформированность компетенции	Этапы и показатель оценивания компетенции	Критерии оценивания компетенции на различных этапах формирования и шкалы оценивания
УК-1 ПК-2 ПК-3	Контрольные задания	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 4 балла;</li> <li>• компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – 3 балла;</li> </ul> <p>В) не сформирована (<u>компетенция не сформирована</u>) – 2 и менее баллов</p>	<p>Проводится в письменной форме.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выбор оптимального метода решения задачи (1 балл).</li> <li>2. Умение применить выбранный метод (1балл).</li> <li>3. Логический ход решения правильный, но имеются арифметические ошибки в расчётах (1 балл).</li> <li>4. Решение задачи и получение правильного результата (2 балла).</li> <li>5. Задача не решена совсем (0 баллов).</li> </ol> <p>Максимальная оценка 5 баллов.</p>
УК-1 ПК-2 ПК-3	Контрольные задания	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 4 балла;</li> <li>• компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – 3 балла;</li> </ul> <p>В) не сформирована (<u>компетенция не сформирована</u>) – 2 и менее баллов</p>	<p>Проводится в письменной форме.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выбор оптимального метода решения задачи (1 балл).</li> <li>2. Умение применить выбранный метод (1балл).</li> <li>3. Логический ход решения правильный, но имеются арифметические ошибки в расчётах (1 балл).</li> <li>4. Решение задачи и получение правильного результата (2 балла).</li> <li>5. Задача не решена совсем (0 баллов).</li> </ol> <p>Максимальная оценка 5 баллов.</p>
УК-1 ПК-2 ПК-3	Реферат	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 4 балла;</li> <li>• компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – 3 балла;</li> </ul> <p>В) не сформирована (<u>компетенция не сформирована</u>) – 2 и менее баллов</p>	<p>Проводится в письменной форме</p> <p>Критерии оценки:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Соответствие содержания реферата заявленной тематике (1 балл).</li> <li>2.Качество источников и их количество при подготовке работы (1 балл).</li> <li>3.Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл).</li> <li>4.Качество самой представленной работы (1 балл).</li> <li>5.Оригинальность подхода и всестороннее раскрытие выбранной тематике (1 балл).</li> </ol> <p>Максимальная сумма баллов - 5 баллов.</p> <p>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.</p>

### **3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **Тематика реферата:**

1. Классификация систем массового обслуживания и их основные элементы.
2. Применение теории массового обслуживания в исследовании рынка.
3. Применение теории массового обслуживания при оценке надёжности систем.
4. Применение теории массового обслуживания при оценке качества систем.
5. Потоки гибели и размножения история возникновения и возможные области применения.

#### **Тематика контрольных заданий:**

Контрольная работа является формой промежуточной аттестации студентов при изучении дисциплины и позволяет закрепить теоретический материал курса.

Контрольная работа должна выполняться студентом самостоятельно и раскрывать тему работы и содержать ответы на вопросы, предложенные студенту преподавателем.

Содержание контрольной работы определяется преподавателем, ведущим занятия в группе, и содержит две задачи повышенной сложности.

Контрольная работа выполняется на листах формата А4 и в электронном виде.

Контрольная работа должна содержать титульный лист с указанием порядкового номера работы, названия, данных студента и даты выполнения. Работа должна оформляться в следующем порядке:

1. условие задачи;
2. решение задачи, содержащее все необходимые пояснения, схемы, расчеты, выводы;
3. ответ.

#### ***Пример контрольной работы.***

##### ***№1.***

Среднее число вызовов, поступающих на станцию скорой помощи за один час, равно  $\lambda$ . Поток вызовов простейший.

*Найти:*

а) математическое ожидание, дисперсию, среднее квадратическое отклонение непрерывной случайной величины  $T$  – интервала времени между двумя последовательными вызовами в потоке;

б) вероятность того, что за  $t$  минут поступит:  $m$  вызовов; менее  $m$  вызовов; не менее  $m$  вызовов.

$\lambda = 60,$	$t = 6,$	$m = 3.$
$\lambda = 40,$	$t = 6,$	$m = 4.$
$\lambda = 30,$	$t = 10,$	$m = 2.$
$\lambda = 15,$	$t = 12,$	$m = 4.$
$\lambda = 30,$	$t = 4,$	$m = 3.$
$\lambda = 20,$	$t = 9,$	$m = 3.$
$\lambda = 35,$	$t = 12,$	$m = 4.$
$\lambda = 25,$	$t = 12,$	$m = 3.$
$\lambda = 10,$	$t = 24,$	$m = 2.$
$\lambda = 50,$	$t = 6,$	$m = 4.$

### №2.

На диспетчерский пульт поступает поток заявок, который является потоком Эрланга второго порядка. Интенсивность потока заявок равна  $\lambda$  заявок в час. Если диспетчер в случайный момент оставляет пульт, то при первой же очередной заявке он обязан вернуться к пульту.

*Найти* плотность распределения времени ожидания очередной заявки и построить ее график. Вычислить вероятность того, что диспетчер сможет отсутствовать от  $t_1$  до  $t_2$  минут.

Указание: плотность распределения времени ожидания первого ближайшего события для потока Эрланга  $k$  – го порядка имеет вид

$$f(\theta) = \frac{\lambda}{k} \sum_{s=0}^{k-1} \frac{(\lambda\theta)^s}{s!} e^{-\lambda\theta}, \quad \theta \geq 0,$$

где  $\lambda$  – интенсивность потока.

$\lambda = 4,$	$t_1 = 6,$	$t_2 = 12,$
$\lambda = 8,$	$t_1 = 15,$	$t_2 = 30,$
$\lambda = 5,$	$t_1 = 6,$	$t_2 = 12,$
$\lambda = 3,$	$t_1 = 10,$	$t_2 = 20,$
$\lambda = 9,$	$t_1 = 20,$	$t_2 = 40,$
$\lambda = 6,$	$t_1 = 15,$	$t_2 = 20,$
$\lambda = 7,$	$t_1 = 12,$	$t_2 = 30,$
$\lambda = 2,$	$t_1 = 6,$	$t_2 = 15,$
$\lambda = 3,$	$t_1 = 15,$	$t_2 = 20,$
$\lambda = 4,$	$t_1 = 20,$	$t_2 = 30.$

### №3.

Вход на станцию метрополитена оборудован системой из  $k$  турникетов. При выходе из строя одного из турникетов остальные продолжают нормально функционировать. Если из строя выйдут все турникеты, то вход на станцию перекрывается. Поток отказов простейший. Среднее время безотказной работы одного турникета составляет  $t$  часов. При выходе из строя каждый турникет начинает сразу ремонтироваться. Время ремонта распределено по



показательному закону и в среднем составляет  $s$  часов. В начальный момент все турникеты исправны.

*Найти* среднюю пропускную способность системы турникетов в процентах от номинальной, если с выходом из строя каждого турникета

система теряет  $\left(\frac{100}{k}\right)\%$  своей номинальной пропускной способности.

Построить размеченный граф состояний системы.

$k=4,$	$t=80,$	$s=2,$
$k=3,$	$t=65,$	$s=2,$
$k=4$	$t=75,$	$s=3,$
$k=3,$	$t=80,$	$s=3,$
$k=4,$	$t=70,$	$s=2,$
$k=3,$	$t=60,$	$s=2,$
$k=4,$	$t=65,$	$s=3,$
$k=3,$	$t=75,$	$s=2,$
$k=4,$	$t=60,$	$s=3,$
$k=3,$	$t=70,$	$s=3.$

#### **№4.**

В кафе «Крошка картошка» работает 4 кассира. Количество мест в зале достаточно для посетителей, оплативших обед. У каждого столика стоят 4 стула.

Среднее время обслуживания одного посетителя составляет 4 минуты.

Плотность потока посетителей  $\sim 2$  человека в минуту.

В очереди может одновременно стоять не более 20-ти человек.

В среднем посетитель стоит в очереди 10 минут, после чего он покидает кафе.

*Определить:*

- вероятность того, что посетитель, пришедший в кафе, пообедает;
- сколько времени потребуется посетителю на обед, если время приёма пищи составляет 10 минут;
- число столиков, которое необходимо иметь в кафе, для того, чтобы с вероятностью 0,95 посетитель, получивший обед, смог найти себе место.

### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Формой контроля знаний по дисциплине «Основы теории массового обслуживания» являются две текущие аттестации в виде тестов и одна аттестация в виде зачета в устной форме в конце семестра обучения.

Неделя текущего контроля	Вид оценочного средства	Код компетенции, оценивающий знания,	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием

		умения, навыки				баллов
в соответствии с учебным планом	тестирование	УК-1 ПК-2 ПК-3	20 вопросов	Компьютерное тестирование; время отведенное на процедуру -30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка -0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 70%. Отлично – от 90%. Максимальная оценка – 5 баллов.
в соответствии с учебным планом	тестирование	УК-1 ПК-2 ПК-3	20 вопросов	Компьютерное тестирование; время отведенное на процедуру -30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка -0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 70%. Отлично – от 90%. Максимальная оценка – 5 баллов.
в соответствии с учебным планом	зачет	УК-1 ПК-2 ПК-3	2 вопроса	Зачет проводится в устной форме, путем ответа на вопросы. Время, отведенное на процедуру – 20 минут.	Результаты предоставляются в день проведения зачета	Критерии оценки: «Зачтено»: <ul style="list-style-type: none"> <li>• знание основных понятий предмета;</li> <li>• умение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• работа на практических занятиях;</li> <li>• знание основных научных теорий, изучаемых предметов;</li> <li>• ответ на вопросы билета.</li> </ul> «Не зачтено»:

						<ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует частичные знания по темам дисциплин;</li> <li>• незнание основных понятий предмета;</li> <li>• неумение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• не работал на практических занятиях;</li> <li>• не отвечает на вопросы.</li> </ul>
--	--	--	--	--	--	--

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся, согласно приказу «О внедрении новой балльно-рейтинговой системы контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся».

#### 4.1. Тесты

5. Тесты используются в режиме промежуточного контроля. По форме заданий выбраны закрытые тесты (с выборочным ответом). Каждому вопросу соответствует один вариант ответа.

**1. Поток событий называется регулярным, если**

его вероятностные характеристики не зависят от времени; события следуют одно за другим через определенные равные промежутки времени.

**2. Поток событий называется стационарным, если его вероятностные характеристики**

зависят от времени;  
не зависят от времени.

**3. Поток событий называется потоком без последствия, если**

для любых двух непересекающихся участков времени число событий, попадающих на один из них, не зависит от числа событий, попавших на другой;

вероятность попадания на малый (элементарный) участок времени двух и более событий пренебрежимо мала по сравнению с вероятностью попадания одного события;  
его вероятностные характеристики не зависят от времени.

**4. Поток событий называется ординарным, если**

для любых двух непересекающихся участков времени число событий, попадающих на один из них, не зависит от числа событий, попавших на другой;

вероятность попадания на малый (элементарный) участок времени двух и более событий пренебрежимо мала по сравнению с вероятностью попадания одного события;  
его вероятностные характеристики не зависят от времени.

**5. Поток событий называется простейшим (или стационарным пуассоновским), если он одновременно**

стационарен, регулярен и не имеет последействия;  
регулярен, ординарен и не имеет последействия;  
стационарен, ординарен и не имеет последействия.

**6. Относительная пропускная способность СМО равна ...**

$1 - P_{\text{отк}}$ ;

$\lambda * A$ .

**7. В одноканальной СМО с ожиданием без ограничений на длину очереди и на время ожидания в очереди интенсивности входящего и выходящего потоков ...**

интенсивность выходящего потока больше;  
совпадают;  
интенсивность входящего потока больше.

**8. Математическое ожидание простейшего потока равна**

$\frac{1}{\lambda}$  ;

$\frac{1}{\lambda^2}$  ;

$\frac{2}{\lambda}$  .

**9. Формула Литтла имеет вид ...**

$T = N / \lambda$ ,

$T = N * \lambda$ ,

$T = \lambda / N$ .

**10. В многоканальной СМО с неограниченной очередью предельные вероятности существуют если ...:**

$$\rho = 1,$$

$$\rho < 1.$$

$$\rho > 1.$$

**4.2. Вопросы к зачету**

1. Предмет, цель и задачи теории массового обслуживания.
2. Показатели эффективности использования СМО.
3. Показатели качества обслуживания заявок.
4. Классификация систем массового обслуживания.
5. Простейший поток и его свойства.
6. Уравнения Колмогорова для расчета вероятностей состояния. Финальные вероятности состояния.
7. Многоканальная СМО с ограниченной очередью.
8. Процессы гибели и размножения.
9. Одноканальная СМО с отказами.
10. Многоканальная СМО с отказами.
11. Одноканальная СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди.
12. Многоканальная СМО с неограниченной очередью.
13. Одноканальная СМО с неограниченным ожиданием.
14. Многоканальная СМО с ограниченной очередью.
15. Многоканальная СМО с ограниченной очередью и ограниченным временем ожидания в очереди.

**Примеры задач к зачету**

***№1***

Рассматривается одноканальная СМО. На вход системы поступает простейший поток заявок со средним временным интервалом между заявками равным 10 мин.

Время обслуживания  $T_{обсл}$  распределено по закону Эрланга с математическим ожиданием равном 8 мин.

**Определить** среднее число заявок в очереди, среднее время пребывания заявки в очереди и среднее время пребывания заявки в системе.

***№2***

В лаборатории для проведения измерений используется электронный прибор. Прибор может время от времени выходить из строя. Поток отказов – простейший с интенсивностью  $\lambda=1,6$  отказов

в сутки. Время восстановления (ремонта) прибора имеет равномерное распределение на временном участке от 0 до 1 суток.

С целью обеспечения непрерывности измерений прибор дублирован точно таким же устройством, которое может выходить из строя только в работающем состоянии.

Найти среднюю долю времени, в течении которого прибор работает и среднее число неисправных устройств.

### №3

В процессе эксплуатации испытательный стенд рассматривается как физическая система, которая в результате проверки может оказаться в одном из следующих состояний:

- полностью исправна,
- имеются незначительные неисправности, при которых решение задач возможно,
- имеются существенные неисправности, при которых круг решаемых задач ограничен,
- вышла из строя.

### №4

В кафе «Мечта Астерикса» интенсивность обслуживания клиентов в среднем составляет 20 человек в час. Обслуживанием клиентов занимаются два официанта, при этом среднее время обслуживания одного клиента составляет 10 минут. Среднее количество клиентов, покинувших очередь, не дождавшихся обслуживания, составляет 2 человека в час.

Оценить эффективность работы кафе и определить его абсолютную пропускную способность.

### №5

Измерительная система состоит из трёх приборов. В определённые моменты времени приборы осматриваются. По результатам осмотра прибор либо признаётся исправным и продолжает работать или признаётся неисправным и направляется в ремонт. Вероятность того, что прибор за время между осмотрами выйдет из строя, не зависит от того, какое время он уже работал и равна 0,2. Вероятность того, что прибор за это же время будет исправлен, не зависит от того, сколько времени уже продолжался ремонт и равна 0,3. Процессы выхода приборов из строя и их восстановления протекают независимо друг от друга.

Построить граф состояний и переходов и определить финальные вероятности состояний.

**№6**

Сервис-центр «Купи-продай» занимается посреднической деятельностью по продаже железнодорожных билетов и осуществляет часть своей деятельности по 3 телефонным линиям. В среднем в сервис-центр поступает 75 звонков в час. Среднее время обслуживания каждого звонка составляет 2 минуты.

Определить эффективность сервис центра и найти вероятность того, что ни один канал не занят, а также вероятность отказа.

***ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ  
ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ***

***КАФЕДРА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ И СТАНДАРТИЗАЦИИ***

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ОСНОВЫ ТЕОРИИ ОЧЕРЕДЕЙ»**

**(Приложение 2 к рабочей программе)**

**Направление подготовки: 27.03.02 Управление качеством**

**Профиль: Управление качеством в машиностроении**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Форма обучения: очная, заочная**

Королев  
2023



## 1. Общие положения

**Целью** изучения дисциплины является:

1. изучение теоретических основ теории массового обслуживания (ТМО);
2. формирование у студентов практических навыков моделирования систем массового обслуживания (СМО) (систем множественного доступа, таких как телефонные и компьютерные сети) и оценки их эффективности.
3. формирование у студентов практических навыков по анализу процессов, происходящих в СМО, и прогноза их влияние на показатели эффективности;
4. обучение студентов практическому использованию вычислительной техники для анализа показателей эффективности СМО;
5. формирование у студентов практических навыков по систематизации и анализу данных об эффективности эксплуатации СМО и выработке предложений по их совершенствованию;
6. развитие творческой самостоятельности студентов.

**Задачи дисциплины:**

1. изучение и освоение основных теоретических методов и приёмов исследования систем массового обслуживания;
2. обучение теории и практике моделирования СМО, определения их основных характеристик и оценки эффективности;
3. обучение навыкам работы со специальной математической литературой.

## 2. Указания по проведению практических (семинарских) занятий

### Практическая работа № 2

По теме 2 **Потоки событий и их свойства.**

Вид практического занятия: **смешанная форма практического занятия.**

Образовательные технологии: **самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.**

Содержание практического занятия:

1. Потоки событий (дискретные и непрерывные).
2. Простейший поток и его свойства.
3. Поток Эрланга и его свойства.
4. Поток Пальма и его свойства.
5. Примеры решения задач.

Продолжительность занятия– 1/1 ч.

### **Практическая работа № 3**

По теме 3 **Понятие о марковском случайном процессе.**

Вид практического занятия: **смешанная форма практического занятия.**

Образовательные технологии: **самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.**

Содержание практического занятия:

1. Понятие Марковского случайного процесса.
2. Случайные потоки с дискретным и непрерывным временем.
3. Эргодические системы.
4. Цепи Маркова: определение, классификация, вывод равенства Маркова.
5. Примеры решения задач.

Продолжительность занятия– 1/- ч.

### **Практическая работа № 4**

По теме 4 **Предельные вероятности состояний. Уравнения Колмогорова.**

Вид практического занятия: **смешанная форма практического занятия.**

Образовательные технологии: **самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.**

Содержание практического занятия:

1. Марковские процессы с непрерывным временем.
2. Граф состояний системы, правила построения.
3. Определение вероятностей состояния.
4. Предельное распределение вероятностей состояний.
5. Вывод дифференциальных уравнений Колмогорова – Чепмена.
6. Примеры решения задач на составление уравнений Колмогорова.

Продолжительность занятия– 1/2 ч.

### **Практическая работа № 5**

По теме 5 **Процессы гибели и размножения.**

Вид практического занятия: **смешанная форма практического занятия.**

Образовательные технологии: **самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.**

Содержание практического занятия:

1. Постулаты процесса размножения и гибели.
2. Дифференциальные уравнения Колмогорова – Чепмена для вероятностей состояний.
3. Предельное распределение вероятностей состояний для процесса размножения и гибели.
4. Примеры решения задач.

Продолжительность занятия– 1/1 ч.

## **Практическая работа № 6**

По теме 6 **Одноканальная система массового обслуживания с отказами.**

Вид практического занятия: **смешанная форма практического занятия.**

Образовательные технологии: **самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.**

Содержание практического занятия:

1. Размеченный граф состояний для одноканальной СМО с отказами.
2. Расчет показателей эффективности СМО.
3. Решение задачи об одноканальной телефонной линии.

Продолжительность занятия– 1/1 ч.

## **Практическая работа № 7**

По теме 7 **Многоканальная система массового обслуживания с отказами.**

Вид практического занятия: **смешанная форма практического занятия.**

Образовательные технологии: **самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.**

Содержание практического занятия:

1. Размеченный граф состояний для задачи Эрланга.
2. Расчет показателей эффективности СМО.
3. Решение задачи о многоканальной телефонной линии.

Продолжительность занятия– 1/1 ч.

## **Практическая работа № 8**

По теме 8 **Одноканальная система массового обслуживания с очередью (ожиданием).**

Вид практического занятия: **смешанная форма практического занятия.**

Образовательные технологии: **самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.**

Содержание практического занятия:

1. Размеченный граф состояний для одноканальной системы массового обслуживания с очередью (ожиданием).
2. Расчет показателей эффективности СМО.
3. Использование уравнений Колмогорова для решения задач об обслуживании посетителей и оказании услуг, различного типа.
4. Примеры решения задач.

Продолжительность занятия– 2/1 ч.

## **Практическая работа № 9**

### По теме 9 **Одноканальная система массового обслуживания с неограниченным ожиданием.**

Вид практического занятия: **смешанная форма практического занятия.**

Образовательные технологии: **самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.**

Содержание практического занятия:

1. Размеченный граф состояний для одноканальной системы массового обслуживания с неограниченным ожиданием.
2. Расчет показателей эффективности СМО.
3. Решение задачи об обслуживании посетителей на предприятиях общественного питания.
4. Примеры решения задач.

Продолжительность занятия– 2/1 ч.

### **Практическая работа № 10**

#### По теме 10 **Многоканальная СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди.**

Вид практического занятия: **смешанная форма практического занятия.**

Образовательные технологии: **самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.**

Содержание практического занятия:

1. Определение числа состояний  $n$ -канальной СМО с ожиданием.
2. Размеченный граф состояний для  $n$ -канальной СМО с числом мест в очереди равным  $m$ .
3. Условие существования финальных вероятностей для  $n$ -канальной СМО с числом мест в очереди равным  $m$ .
4. Определение показателей эффективности  $n$ -канальной СМО с ожиданием.
5. Определение временных характеристик «среднее время обслуживания одной заявки, относящееся ко всем заявкам» и «среднее время обслуживания одной заявки, относящееся только к обслуженным заявкам» для  $n$ -канальной СМО с ожиданием.
6. Примеры решения задач.

Продолжительность занятия– 2/- ч.

### **Практическая работа № 11**

#### По теме 11 **Многоканальная система массового обслуживания с неограниченной очередью.**

Вид практического занятия: **смешанная форма практического занятия.**

Образовательные технологии: **самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.**

Содержание практического занятия:

1. Размеченный граф состояний для одноканальной системы массового обслуживания с неограниченным ожиданием.

2. Расчет показателей эффективности СМО.
  3. Использование уравнений Колмогорова для решения задачи об обслуживании посетителей в магазине.
  4. Примеры решения задач.
- Продолжительность занятия– 2/- ч.

### **Практическая работа № 12**

По теме 12 **Многоканальная система массового обслуживания с ограниченной очередью и ограниченным временем ожидания в очереди.**  
Вид практического занятия: **смешанная форма практического занятия.**  
Образовательные технологии: **самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.**

Содержание практического занятия:

1. Размеченный граф состояний.
  2. Приоритеты. Случайный выбор заявки на обслуживание.
  3. Расчет показателей эффективности СМО.
  4. Распределение требований по каналам обслуживания.
  5. Примеры решения задач.
- Продолжительность занятия– 2/- ч.

### **3. Указания по проведению лабораторного практикума**

#### ***Лабораторная работа № 1. Потоки событий.***

*Цель работы:*

Приобрести навыки расчёта потоков событий.

*Задачи работы.*

1. изучить основные понятия потоков событий;
2. изучить правила расчёта потоков событий.

*Этапы выполнения лабораторных работ.*

Получить у преподавателя задание. Изучить теоретический материал по лабораторной работе. Ознакомиться с содержанием и объемом лабораторной работы. Выполнить задание по предложенному алгоритму. Оформить отчёт по лабораторной работе. Ответить на контрольные вопросы. Сдать отчёт преподавателю.

Продолжительность занятия – -/1 ч.

***Лабораторная работа № 2. Понятия о Марковском случайном процессе.***

*Цель работы:*

Приобрести навыки анализа и расчёта Марковского случайного процесса.

*Задачи работы:*

1. изучить порядок анализа Марковского случайного процесса.
2. изучить правила расчёта Марковского случайного процесса.

*1. Этапы выполнения лабораторных работ.*

Получить у преподавателя задание. Изучить теоретический материал по лабораторной работе. Ознакомиться с содержанием и объемом лабораторной работы. Выполнить задание по предложенному алгоритму. Оформить отчёт по лабораторной работе. Ответить на контрольные вопросы. Сдать отчёт преподавателю.

Продолжительность занятия – -/1 ч.

**Лабораторная работа № 3.** Предельные вероятности состояний. Уравнения Колмогорова.

*Цель работы:*

Приобрести навыки расчёта уравнений Колмогорова.

*Задача работы:*

Изучить основные принципы определения предельных вероятностей состояний.

*Этапы выполнения лабораторных работ.*

Получить у преподавателя задание. Изучить теоретический материал по лабораторной работе. Ознакомиться с содержанием и объемом лабораторной работы. Выполнить задание по предложенному алгоритму. Оформить отчёт по лабораторной работе. Ответить на контрольные вопросы. Сдать отчёт преподавателю.

Продолжительность занятия – -/2 ч.

#### **4. Указания по проведению самостоятельной работы студентов**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование блока (раздела) дисциплины</b>	<b>Виды самостоятельной работы студентов</b>
1	Предмет, цель и задачи теории массового обслуживания. Структура и классификация систем массового обслуживания.	Самостоятельное изучение разделов тем. Подготовка рефератов. Примерная тематика: 1. Классификация систем массового обслуживания и их основные элементы. 2. Потoki гибели и размножения история возникновения и возможные области применения.

		3. Замкнутые системы массового обслуживания.
2	Применение моделей массового обслуживания в коммерческой и управленческой деятельности.	Самостоятельное изучение тем. Подготовка рефератов. Примерная тематика: 1. Применение теории массового обслуживания в исследовании рынка. 2. Применение теории массового обслуживания при оценке надёжности систем. 3. Применение теории массового обслуживания при оценке качества систем.

## **5. Указания по проведению контрольных работ для обучающихся очной, заочной формы обучения**

### **5.1. Требования к структуре.**

Структура контрольной работы должна способствовать раскрытию темы: иметь титульный лист, содержание, введение, основную часть, заключение, список литературы.

### **5.2. Требования к содержанию (основной части).**

1. Во введении обосновывается актуальность темы, определяется цель работы, задачи и методы исследования.

2. При определении целей и задач исследования необходимо правильно их формулировать. Так, в качестве цели не следует употреблять глагол «сделать». Правильно будет использовать глаголы: «раскрыть», «определить», «установить», «показать», «выявить» и т.д.

3. Основная часть работы включает 2 - 4 вопроса, каждый из которых посвящается решению задач, сформулированных во введении, и заканчивается констатацией итогов.

4. Приветствуется иллюстрация содержания работы таблицами, графическим материалом (рисунками, схемами и т.п.).

5. Необходимо давать ссылки на используемую литературу.

6. Заключение должно содержать сделанные автором работы выводы, итоги исследования.

7. Вслед за заключением идет список литературы, который должен быть составлен в соответствии с установленными требованиями. Если в работе имеются приложения, они оформляются на отдельных листах, и должны быть соответственно пронумерованы.

### **5.3. Требования к оформлению.**

Объём контрольной работы – ... страниц формата А4, напечатанного с одной стороны текста (1,5 интервал, шрифт Times New Roman).

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

### **Основная литература:**

1. Иванов, Б. Н. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс]: учебное пособие / Иванов Б. Н. - 2-е изд., испр. и доп.

- Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 224 с. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-8114-3636-1. URL: <https://e.lanbook.com/book/113901>

2. Годин, Александр Михайлович. Статистика : Учебник / Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации. - 12. - Москва : Издательско-торговая корпорация "Дашков и К", 2020. - 410 с. - ISBN 978-5-394-03485-5.

URL: <http://znanium.com/go.php?id=1093663>

3. Магер В. Е. Управление качеством: Учебное пособие. - 1. - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2020. - 176 с. - ISBN 978-5-16-004764-5. - Электронная программа (визуальная). Электронные данные: электронные.

URL: <http://znanium.com/go.php?id=1052442>

### **Дополнительная литература:**

1. Стрекаловская А. Д. Теория массового обслуживания [электронный ресурс]: метод. указания к лаб. работе / А. Д. Стрекаловская, А. В. Рачинских, Т. А. Санеева, Рачинских, Санеева. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2011. - 29 с.; нет. URL: <http://rucont.ru/efd/176623>

2. Дынкин Е.Б. Марковские процессы. - Москва: Гос. изд-во физико-математической лит., 1963. - 861 с. - (Теория вероятностей и математическая статистика). URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=112147>

3. Тарасова Н.В. Системы массового обслуживания: Методич. Указания. - Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2012. - 32: нет. URL: <https://lib.rucont.ru/efd/216044>

### **Рекомендуемая литература:**

1. Вентцель Е. С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. Учебное пособие. Пятое издание, стереотипное. М.: КНОРУС. 2010.

2. Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Теория случайных процессов и её инженерные приложения. Пятое издание, стереотипное. М.: КНОРУС. 2011.

3. Саати Т. Л. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения. М.: «ЛИБРОКОМ». 2010.

4. Просветов Г. И. Теория вероятностей и математическая статистика: задачи и решения. Учебно-методическое пособие. М.: Альфа-Пресс. 2009.

5. Гнеденко Б. В., Коваленко И. Н. Введение в теорию массового обслуживания. М.: ЛКИ. 2007.

6. Хинчин А. Я. Работы по математической теории массового обслуживания. Москва. ЛИБРОКОМ. 2010 г.

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**



**Интернет-ресурсы:**

<http://www.biblioclub.ru/>

<http://www.diss.rsl.ru/>

<http://www.rucont.ru/>

<http://www.znaniium.com/>

<http://www.book.ru/>

<http://www.biblio-online.ru/>

<http://ies.unitech-mo.ru/>

<http://unitech-mo.ru/>

**8. Перечень информационных технологий**

**Перечень программного обеспечения:** Microsoft, Excel, MSOffice, PowerPoint.