



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЕИС
И.Ю. Мезин

29.10.2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ТЕОРИЯ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Направление подготовки (специальность)

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль/специализация) программы

Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности

Уровень высшего образования - прикладной бакалавриат

Форма обучения

очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Прикладной математики и информатики
Курс	4
Семестр	8

Магнитогорск
2018 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (приказ Минобрнауки России от 10.01.2018 г. № 9)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Прикладной математики и информатики
09.10.2018, протокол № 2

Зав. кафедрой  С.И. Кадченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС
29.10.2018 г. протокол № 2

Председатель  И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры ПМИИ, канд. физ.-мат. наук  О.А. Торшина

Рецензент:
начальник информационного отдела АО "Инвестиционная компания Профит",
 С.В. Торшин

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Теория массового обслуживания» является формирование у студентов фундаментальных теоретических знаний и практических навыков моделирования с помощью ЭВМ систем массового обслуживания и анализа операционных характеристик систем массового обслуживания (СМО), а также обучение студентов современным программным средствам для проектирования и разработки моделей систем массового обслуживания. В ходе изучения курса у студента должно формироваться представление о методах анализа систем массового обслуживания, создания их моделей, анализа полученных характеристик СМО по результатам использования модели.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Теория массового обслуживания входит в часть дисциплины по выбору учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

"Алгебра и геометрия", "Математический анализ", "Теория вероятностей и математическая статистика", "Дискретная математика", "Математическое моделирование", "Информатика", "Практикум на ЭВМ", "Теория языков программирования".

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теория массового обслуживания» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-2	способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат
Знать	Знать свойства марковских случайных процессов с дискретным и непрерывным временем.
Уметь	Уметь строить математическую модель системы с использованием марковских случайных процессов.
Владеть	Владеть навыками построения и анализа систем массового обслуживания.

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 91,95 акад. часов;
- аудиторная – 88 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,95 акад. часов
- самостоятельная работа – 52,35 акад. часов;

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Тема 1. Предмет, цель и задачи теории массового обслуживания.								
1.1 Общая характеристика систем массового обслуживания (СМО). Примеры реализации СМО в различных финансово-экономических, логистических, компьютерных и других сферах. Одноканальные, многоканальные СМО. Основные элементы СМО.	8	2	5/4И		5	- изучение теоретического материала, составление ответов на контрольные вопросы - выполнение домашнего задания на ОП - прохождение тестирования - написание реферата	Проверка выполнения заданий через образовательный портал, тестирование. Консультация по написанию реферата	ПК-2
Итого по разделу		2	5/4И		5			
2. Тема 2. Дискретный марковский случайный процесс (СП).								

2.1 Случайные величины и процессы. Свойство марковости и марковский случайный процесс. Графы состояний системы. Элементы графов состояний системы. Реализация случайного процесса. Матрица состояний системы.	8	4	5/2И		5	- изучение теоретического материала, составление ответов на контрольные вопросы - выполнение домашнего задания на ОП - прохождение тестирования - написание реферата	Проверка выполнения заданий через образовательный портал, тестирование. Консультация по написанию реферата	ПК-2
Итого по разделу		4	5/2И		5			
3. Тема 3. Дискретный СП с дискретным временем.								
3.1 Дискретный СП с дискретным временем. Марковская цепь. Переходные вероятности и матрица переходных вероятностей. Размеченный граф состояний системы.	8	3	5/2И		2	- изучение теоретического материала, составление ответов на контрольные вопросы - выполнение домашнего задания на ОП - прохождение тестирования - написание реферата	Проверка выполнения заданий через образовательный портал, тестирование. Консультация по написанию реферата	ПК-2
Итого по разделу		3	5/2И		2			
4. Тема 4. Дискретный марковский случайный процесс с непрерывным								
4.1 Дискретный марковский процесс с непрерывным временем. Плотности вероятностей перехода. Размеченный граф состояний системы.	8	2	5/2И		5	- изучение теоретического материала, составление ответов на контрольные вопросы - выполнение домашнего задания на ОП - прохождение тестирования - написание реферата	Проверка выполнения заданий через образовательный портал, тестирование. Консультация по написанию реферата	ПК-2
Итого по разделу		2	5/2И		5			

5. Тема 5. Предельные вероятности.								
5.1 Предельный стационарный режим. Предельная вероятность состояний системы. Понятие регулярности марковской цепи.	8	4	5/2И		5	- изучение теоретического материала, составление ответов на контрольные вопросы - выполнение домашнего задания на ОП - прохождение тестирования - написание реферата	Проверка выполнения заданий через образовательный портал, тестирование. Консультация по написанию реферата	ПК-2
Итого по разделу		4	5/2И		5			
6. Тема 6. Структура и классификация систем массового обслуживания.								
6.1 Марковские СМО. Дисциплина обслуживания СМО. Возможные ограничения работы СМО. Классификация СМО.	8	4	6/4И		5	- изучение теоретического материала, составление ответов на контрольные вопросы - выполнение домашнего задания на ОП - прохождение тестирования - написание реферата	Проверка выполнения заданий через образовательный портал, тестирование. Консультация по написанию реферата	ПК-2
Итого по разделу		4	6/4И		5			
7. Тема 7. Многоканальная СМО с отказами.								
7.1 Определение входящего и выходящего потоков СМО. Построение размеченного графа состояний СМО с отказами. Параметры многоканальной СМО с отказами, предельные характеристики эффективности функционирования. Пример вычисления значений характеристик СМО, решение задач.	8	2	5		5	- изучение теоретического материала, составление ответов на контрольные вопросы - выполнение домашнего задания на ОП - прохождение тестирования - написание реферата	Проверка выполнения заданий через образовательный портал, тестирование. Консультация по написанию реферата	ПК-2

Итого по разделу	2	5		5				
8. Тема 8. Многоканальная СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди.								
8.1 Определение места очереди в работе СМО. Рассмотрение размеченного графа состояний СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди. Ввод показателя загрузки одного канала и его место в работе всей системы. Вывод параметров и предельных характеристик эффективности функционирования СМО. Решение задач с очередями.	8	4	6/2И		5	<ul style="list-style-type: none"> - изучение теоретического материала, составление ответов на контрольные вопросы - выполнение домашнего задания на ОП - прохождение тестирования - написание реферата 	<p>Проверка выполнения заданий через образовательный портал, тестирование. Консультация по написанию реферата</p>	ПК-2
Итого по разделу	4	6/2И		5				
9. Тема 9. Многоканальная СМО с ожиданием.								
9.1 Рассмотрение существования СМО с бесконечным количеством состояний. Построение граф состояний СМО с ожиданием. Взаимосвязь показателя нагрузки и стационарного режима работы системы, особенности достижения стационарного режима. Параметры многоканальной СМО с ожиданием, описание предельных характеристик эффективности функционирования. Решение задач работы	8	4	7/2И		10	<ul style="list-style-type: none"> - изучение теоретического материала, составление ответов на контрольные вопросы - выполнение домашнего задания на ОП - прохождение тестирования - написание реферата 	<p>Проверка выполнения заданий через образовательный портал, тестирование. Консультация по написанию реферата</p>	ПК-2
Итого по разделу	4	7/2И		10				
10. Тема 10. Многоканальная СМО без ограничения на длину очереди, но с ограничением на время ожидания.								

10.1 Размеченный граф состояний, параметры, предельные характеристики эффективности функционирования, особенности достижения стационарного режима.	8	4	6/2И		5,35	- изучение теоретического материала, составление ответов на контрольные вопросы - выполнение домашнего задания на ОП - прохождение тестирования - защита реферата	Проверка выполнения заданий через образовательный портал, тестирование. Консультация по написанию реферата	ПК-2
Итого по разделу		4	6/2И		5,35			
Итого за семестр		33	55/22И		52,35		экзамен	
Итого по дисциплине		33	55/22И		52,35		экзамен	

5 Образовательные технологии

Реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Согласно п. 34 Порядка организации и осуществления деятельности по образовательным программам бакалавриата высшего образования (утв. приказом МОиН РФ от 05.04.2017 г. № 301), при проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей.

Выбирая ту или иную технологию работы с обучающимися, необходимо иметь в виду, что наибольшего эффекта от ее применения можно достичь, если учитывать цели образования, на реализацию которых должна быть направлена избираемая технология, содержание, которое предстоит передать обучающимся с ее помощью, а также условия, в которых она будет использоваться.

В нашей работе мы используем следующее.

1. Традиционные образовательные технологии. Организация образовательного процесса, предполагает прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий:

- информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами.

- семинар (защита РГР) – беседа преподавателя и студентов, обсуждение заранее подготовленных сообщений по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы.

- практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. Технологии проблемного обучения. Организация образовательного процесса предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

Формы учебных занятий:

- проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

- лекция «вдвоем» (бинарная лекция) – изложение материала в форме диалогического общения двух студентов (заранее подготовившихся) или студента и преподавателя (например, реконструкция диалога исторических личностей – свидетелей открытия какого-либо научного факта; «ученого» и «практика» и т.д.).

- практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

- самостоятельная работа (с консультациями преподавателя) на основе кейс-метода – обучение в контексте моделируемой ситуации, воспроизводящей реальные условия научной, производственной. Обучающиеся должны проанализировать ситуацию, разобраться в сути проблем, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них. Кейсы базируются на реальном фактическом материале или же приближены к реальной ситуации.

3. Технологии проектного обучения. Образовательный процесс построен в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи или выполнения учебного задания. Проект предполагает совместную учебно-познавательную деятельность группы студентов, направленную на выработку концепции, установление целей и задач, формулировку

ожидаемых результатов, определение принципов и методик решения поставленных задач, планирование хода работы, поиск доступных и оптимальных ресурсов, поэтапную реализацию плана работы, презентацию результатов работы, их осмысление и рефлексию. Применяется в основном для перехода компетенции на уровень владения.

Основные типы применяемых нами в образовательной деятельности проектов:

Исследовательский проект – структура приближена к формату научного исследования (доказательство актуальности темы, определение научной проблемы, предмета и объекта исследования, целей и задач, методов, источников, выдвижение гипотезы, обобщение результатов, выводы, обозначение новых проблем). Результатом является учебная карта по модулю на-шей образовательной программы.

Творческий проект, предполагающий в отличие от предыдущего, конечный продукт в следующих вариантах – газета к исторически значимому «математическому» событию (праздник числа «Пи» и т.п.); «математическая» открытка (своего рода учебная карта, только неформально, красочно оформленная; видеоролик «Я научу вас решать ...» и т.п.

Информационный проект – учебно-познавательная деятельность с ярко выраженной эвристической направленностью (поиск, отбор и систематизация информации о каком-то объекте, ознакомление участников проекта с этой информацией, ее анализ и обобщение и, наконец, презентация по практическому приложению).

4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии. Организация образовательного процесса с применением специализированных программных сред и технических средств работы с информацией (информационную среду университета MOODUS MOODLE).

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Практическое занятие в форме презентации – представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Теория массового обслуживания» предусмотрена внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся, проводимая в виде самостоятельного изучения литературы и информационных ресурсов, а также написание реферата.

Ниже перечислены предназначенные для самостоятельного изучения студентами и написания реферата очной формы обучения те вопросы из лекционных тем, которые во время проведения аудиторных занятий изучаются недостаточно или изучение которых носит обзорный характер.

Тема 1. Замкнутая многоканальная СМО

Тема 2. Многоканальная СМО с отказами и с взаимопомощью между каналами типа «все как один»

Тема 3. Многоканальная СМО с ожиданием, ограничением на длину очереди и с взаимопомощью между каналами типа «все как один»

Тема 4. Многоканальная СМО с ожиданием и взаимопомощью между каналами типа «все как один»

Тема 5. Многоканальная СМО с отказами и «равномерной» взаимопомощью между каналами

Тема 6. Многоканальная СМО с ожиданием, ограничением на длину очереди и «равномерной»

Тема 7. Многоканальная СМО с ожиданием и «равномерной» взаимопомощью между каналами

Темы докладов:

1. Исследование системы массового обслуживания с потерями и приоритетным обслуживанием.
2. Принцип введения дополнительных переменных при рассмотрении многомерных марковских моделей массового обслуживания.
3. Статистическое моделирование.
4. Исследование систем с малой загрузкой.
5. Функционирование системы в условиях большой загрузки.
6. Системы с полной информацией.
7. Системы с неполной информацией.
8. Системы обслуживания с возможностью изменения вероятностной структуры входных потоков
9. Управление потоками требований по алгоритму с приоритетом.

Перечень тем лабораторных работ

Тема 1. Моделирование равномерного распределения случайной величины
Построение модели, отражающей равномерное распределение случайной величины.

Тема 2. Моделирование заданного распределения случайной величины
Моделирование случайной величины с заданными величинами ее распределения.

Тема 3. Моделирование случайного процесса методом Монте-Карло
Формирование «рулетки» распределения случайной величины, применение метода Монте-Карло для проведения моделирования распределения.

Тема 4. Построение регрессионных моделей
Построение линейных и нелинейных регрессионных моделей по заданным экспериментальным данным. Определение погрешности описания.

Тема 5. Построение моделей динамических систем
Построение динамических моделей по описанию. Расчет динамических систем. Прогнозирование поведения системы. Управление динамической системой.

Тема 6. Моделирование марковской цепи случайных событий
Построение модели совершения случайных событий.

Тема 7. Исследование систем массового обслуживания. Определение точности моделирования. Построение машинных реализаций моделей и систем графического интерфейса

Построение, расчет и управление моделей систем массового обслуживания.

Тема 8. Моделирование СМО с отказами
Построение модели СМО с отказами. Запуск модели, проверка и анализ полученных результатов. Корректировка модели

Тема 9. Моделирование СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди

Рассмотрение и построение модели СМО с ограниченной очередью. Отладка и получение результатов работы модели. Написание выводов по работе созданной модели.

Тема 10. Моделирование СМО с ожиданием

Моделирование СМО с бесконечной очередью. Определение временных ограничений работы запусков модели. Анализ полученных результатов работы модели, корректировка, формулировка выводов.

Тема 11. Моделирование СМО с ожиданием и ограничением на время ожидания

Создание модели СМО с очередью и ограниченным временем ожидания заявок в очереди. Анализ итогов работы и определение оптимального режима функционирования модели. Написание выводов.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-2 способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат		
Знать	<p>-основные элементы системы массового обслуживания и основные показатели качества их работы</p> <p>- свойства марковских случайных процессов с дискретным и непрерывным временем</p> <p>- основные этапы построения марковской модели обслуживания</p> <p>-методы теоретического и экспериментального исследования в</p>	<p>Контрольные вопросы для собеседования при текущем контроле:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Перечислить основные показатели качества обслуживания в СМО. 2. Описать метод нахождения вероятности потери требования. 3. В чем заключается способ нахождения функции распределения времени ожидания требования? 4. Как найти распределение длины интервала занятости прибора? 5. Описать метод нахождения распределения длины очереди. 6. Дать определение марковских случайных процессов и перечислить их основные свойства. 7. Записать уравнения Колмогорова и пояснить их содержательное значение. 8. Перечислить этапы построения марковской модели обслуживания и проиллюстрировать их на примере. 9. В чем заключается метод вложенных цепей Маркова. Привести пример. 10. Дать определение относительного и абсолютного приоритетов. Пояснить на примерах. 11. Перечислить все компоненты УСПСО и на содержательном уровне дать их описание. 12. Указать отличительные особенности нелокального описания входных потоков. 13. Дать определение потоков насыщения и провести их классификацию. 14. Пояснить понятие стратегии механизма обслуживания. 15. Поставить задачу оптимизации алгоритмического

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>профессиональной деятельности</p>	<p>управления потоками в УСПСО.</p> <p>Пример тестовых заданий</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что понимается под системами массового обслуживания (СМО) и для чего они предназначены? 2. В чем состоит цель, предмет задачи теории СМО? 3. Какие блоки включает схема СМО? 4. Что понимается под характеристикой эффективности работы СМО? 5. Случайный процесс какого типа протекает в СМО? <p style="text-align: center;"><i>Тема 2. Дискретный марковский случайный процесс (СП)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Какой процесс называется случайным? Приведите примеры. 2. Какой СП называется марковским? 3. Что представляет собой граф состояний системы? 4. Какие СП называются дискретными? 5. Какие СП называются непрерывными? 6. Дайте определение состояния без выхода, без входа. 7. Какая система называется эргодической? <p style="text-align: center;"><i>Тема 3. Дискретный СП с дискретным временем</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Дайте определение СП с дискретным и непрерывным временем. 2. Что называется Марковской цепью? 3. Что собой представляют вероятности состояний? 4. Какая Марковская цепь называется однородной (неоднородной)? <p style="text-align: center;"><i>Тема 4. Дискретный Марковский случайный процесс с непрерывным временем</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Дайте определение вероятностей состояний системы, в которой протекает Марковский случайный процесс с непрерывным временем. 2. Что называется плотностью вероятности перехода системы из состояния в состояние? 3. Дайте определение однородного и неоднородного Марковского

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>дискретного процесса с непрерывным временем.</p> <p>4. Определите размеченный граф состояний системы, в которой протекает Марковский случайный процесс с непрерывным временем.</p> <p style="text-align: center;"><i>Тема 5. Предельные вероятности.</i></p> <p>1. Какова физическая интерпретация предельных вероятностей состояний дискретной Марковской системы с непрерывным временем?</p> <p>2. Как составляется система линейных алгебраических уравнений с неизвестными предельными вероятностями по размеченному графу состояний системы?</p> <p>3. Как составляется система линейных алгебраических уравнений с неизвестными предельными вероятностями по матрице плотностей вероятностей перехода?</p> <p style="text-align: center;"><i>Тема 6. Структура и классификация систем массового обслуживания</i></p> <p>На какие классы делятся СМО в зависимости от:</p> <p>а) характера потоков;</p> <p>б) числа каналов;</p> <p>с) дисциплины обслуживания;</p> <p>д) ограничения потока заявок;</p> <p>е) количества этапов обслуживания.</p> <p style="text-align: center;"><i>Тема 7. Многоканальная СМО с отказами</i></p> <p>1. Кто впервые занимался исследованием многоканальных СМО с отказами?</p> <p>2. Как называется модель случайного процесса, протекающего в многоканальной СМО с отказами?</p> <p>3. Что понимается под «потокком обслуживаний» заявок?</p> <p>4. Как выглядит размеченный граф для многоканальной СМО с отказами?</p> <p>5. Какие вероятности состояний СМО называются предельными и какой режим функционирования они характеризуют?</p> <p>6. Что представляет собой приведенная интенсивности входящего потока и какова единица измерения этого показателя?</p> <p>7. Перечислите основные предельные характеристики</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>эффективности функционирования n-канальной СМО с отказами.</p> <p><i>Тема 8. Многоканальная СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Чему равно число состояний n-канальной СМО с числом мест в очереди равным m? 2. Нарисуйте размеченный граф состояний для n-канальной СМО с числом мест в очереди равным m. 3. С вероятностью какого состояния совпадает вероятность отказа? 4. Сформулируйте условие существования финальных вероятностей для n-канальной СМО с числом мест в очереди равным m. <p><i>Тема 9. Многоканальная СМО с ожиданием</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Чему равно число состояний n-канальной СМО с ожиданием? 2. Нарисуйте размеченный граф состояний для n-канальной СМО с ожиданием. 3. Сформулируйте условие существования финальных вероятностей для n-канальной СМО с ожиданием. 4. Чему равны абсолютная и относительная пропускные способности n-канальной СМО с ожиданием? 5. С какими характеристиками эффективности n-канальной СМО с ожиданием совпадает среднее число занятых каналов данной системы? 6. Как связаны между собой временные характеристики «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? <p><i>Тема 10. Многоканальная СМО без ограничения на длину очереди, но с ограничением на время ожидания.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Чему равно число состояний для n-канальной СМО с ограничением на время ожидания? 2. Нарисуйте размеченный граф состояний для n-канальной СМО с ограничением на время ожидания. 3. Сформулируйте условие существования финальных вероятностей для n-канальной СМО с ограничением на время ожидания. 4. Какой поток действует на n-канальную СМО с ограничением на

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>время ожидания в состоянии с очередью?</p> <p>5. Что показывает приведенная интенсивность потока уходов?</p> <p>6. Чему равны вероятности принятия в систему и отказа для n-канальной СМО с ограничением на время ожидания?</p> <p style="text-align: center;"><i>Тема 11. Замкнутая многоканальная СМО</i></p> <p>1. Кто впервые дал полный анализ замкнутых систем?</p> <p>2. Чему равно число состояний замкнутой n-канальной СМО?</p> <p>3. Нарисуйте размеченный граф состояний для замкнутой n-канальной СМО.</p> <p>4. Сформулируйте условие существования финальных вероятностей замкнутой n-канальной СМО.</p> <p>5. Перечислите отличия замкнутых СМО от разомкнутых.</p> <p>6. В каком случае интенсивность входящего потока заявок существенно зависит от состояний замкнутой n-канальной СМО?</p> <p>7. Что понимается под активным и пассивным состояниями источника заявок?</p> <p>8. Справедливы ли формулы Литтла для систем Энгсета?</p> <p style="text-align: center;"><i>Тема 12. Многоканальная СМО с отказами и с взаимопомощью между каналами типа «все как один»</i></p> <p>1. Нарисуйте размеченный граф состояний для n-канальной СМО с отказами и взаимопомощью между каналами типа «все как один».</p> <p>2. Как влияет взаимопомощь между каналами по типу «все как один» на характеристики эффективности для n-канальной СМО с отказами?</p> <p style="text-align: center;"><i>Тема 13. Многоканальная СМО с ожиданием, ограничением на длину очереди и со взаимопомощью между каналами типа «все как один»</i></p> <p>1. Нарисуйте размеченный граф состояний для n-канальной СМО с ожиданием, ограничением на длину очереди и взаимопомощью между каналами типа «все как один».</p> <p>2. СМО какого типа имеет такой же граф состояний?</p> <p>3. Как влияет взаимопомощь между каналами по типу «все как один» на характеристики эффективности для n-канальной СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди?</p> <p style="text-align: center;"><i>Тема 14. Многоканальная СМО с ожиданием и взаимопомощью между каналами типа «все как один»</i></p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>1. Нарисуйте размеченный граф состояний для n-канальной СМО с ожиданием и взаимопомощью между каналами типа «все как один».</p> <p>2. СМО какого типа имеет такой же граф состояний?</p> <p>3. Сформулируйте условие существования финальных вероятностей n-канальной СМО с ожиданием и взаимопомощью между каналами типа «все как один».</p> <p>4. Как влияет взаимопомощь между каналами по типу «все как один» на характеристики эффективности для n-канальной СМО с ожиданием?</p> <p style="text-align: center;"><i>Тема 15. Многоканальная СМО с отказами и «равномерной» взаимопомощью между каналами</i></p> <p>1. Как организована «равномерная» взаимопомощь между каналами?</p> <p>2. Нарисуйте размеченный граф состояний для n-канальной СМО с отказами и «равномерной» взаимопомощью между каналами.</p> <p>3. СМО какого типа имеет такой же граф состояний?</p> <p>4. Как влияет «равномерная» взаимопомощь между каналами на характеристики эффективности для n-канальной СМО с отказами?</p> <p style="text-align: center;"><i>Тема 16. Многоканальная СМО с ожиданием, ограничением на длину очереди и «равномерной» взаимопомощью между каналами</i></p> <p>1. Нарисуйте размеченный граф состояний для n-канальной СМО с ожиданием, ограничением на длину очереди и «равномерной» взаимопомощью между каналами.</p> <p>2. СМО какого типа имеет такой же граф состояний?</p> <p>3. Как влияет «равномерная» взаимопомощь между каналами на характеристики эффективности для n-канальной СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди?</p> <p>4. Сравните влияние «равномерной» взаимопомощи между каналами с взаимопомощью по типу «все как один» на характеристики эффективности n-канальной СМО с ожиданием и ограничением на длину очереди.</p> <p style="text-align: center;"><i>Тема 17. Многоканальная СМО с ожиданием и «равномерной» взаимопомощью между каналами</i></p> <p>1. Нарисуйте размеченный граф состояний для n-канальной СМО с ожиданием и «равномерной» взаимопомощью между каналами.</p> <p>2. СМО какого типа имеет такой же граф состояний?</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>3. Как влияет «равномерная» взаимопомощь между каналами на характеристики эффективности для n-канальной СМО с ожиданием?</p> <p>4. Сравните влияние «равномерной» взаимопомощи между каналами с взаимопомощью по типу «все как один» на характеристики эффективности n-канальной СМО с ожиданием</p>
Уметь	<p>-вычислять важнейшие критериальные характеристики для некоторых СМО</p> <p>- строить математическую модель системы с использованием марковских случайных процессов</p> <p>- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</p>	<p style="text-align: center;">Примеры практических заданий для текущего контроля:</p> <p>1. Вычислить по графу состояний, пользуясь схемой гибели и размножения, финальные вероятности состояний для простейшей двухканальной СМО с тремя местами в очереди при заданных характеристиках поступления и обслуживания требований. Найти для данной СМО важнейшие ее показатели качества непосредственно через финальные вероятности состояний.</p> <p>2. Бригада из трех рабочих обслуживает 10 станков. Поток отказов каждого станка имеет интенсивность 0.5, среднее время наладки станка равно 15. Все потоки событий простейшие. Найти абсолютную пропускную способность СМО и среднее число неисправных станков.</p> <p>3. Имеется простейшая трехканальная СМО с отказами. На нее поступает поток заявок с интенсивностью 4 заявки в минуту. Время обслуживания заявки одним каналом 0.5 минут. Определить, выгодно ли с точки зрения пропускной способности СМО заставить все три канала обслуживать заявки сразу? Как это скажется на среднем времени пребывания заявки в СМО?</p>
Владеть	<p>- навыками построения и анализа систем массового обслуживания</p> <p>- методами математического анализа и моделирования</p> <p>- практическими навыками использования математических понятий и методов;</p>	<p style="text-align: center;">Примеры заданий (оценочных средств), выносимых на экзамен:</p> <p>1. На вход двухканальной СМО с отказами поступает простейший поток заявок с интенсивностью $\lambda = 0.5$. Время обслуживания показательное с параметром $\mu = 0.9$. В начальный момент времени каналы заняты. Построить размеченный граф состояний СМО. Найти вероятности состояний системы в установившемся режиме и вычислить коэффициенты загрузки и простоя в данной системе.</p> <p>2. По двум урнам разложено n белых и n черных шаров так, что каждая урна содержит n шаров. Число черных шаров в первой урне определяет состояние системы. В каждый момент времени выбирают случайно по одному шару из каждой урны и выбранные шары меняют местами. Найти вероятности перехода.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>- навыками обобщения результатов решения, результатов обработки статистического эксперимента;</p> <p>- способами оценивания значимости и практической пригодности полученных результатов</p>	<p>3. Железнодорожная сортировочная горка, на которую подается простейший поток составов с интенсивностью $\lambda = 2$ состава в час, представляет собой одноканальную СМО с неограниченной очередью. Время обслуживания (ропуска состава на горке) имеет показательное распределение со средним значением 20 минут. Найти предельные вероятности состояний СМО, среднее число составов, связанных с горкой, среднее число составов в очереди и среднее время пребывания состава в системе.</p>

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теория массового обслуживания» проводится в форме экзамена (8 семестр) и включает в себя теоретические задания, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично» (5 баллов)**– обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо» (4 балла)**– обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно» (3 балла)** – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно» (2 балла)**– обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач или не может показать знания даже на уровне воспроизведения и объяснения информации.

– на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Рыков, В. В. Основы теории массового обслуживания (Основной курс: марковские модели, методы марковизации) : учеб. пособие / В.В. Рыков, Д.В. Козырев. — Москва : ИНФРАМ, 2019. — 223 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-010945-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1018908> (дата обращения: 21.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Карташевский, В. Г. Основы теории массового обслуживания: Учебник для вузов / В.Г. Карташевский. - Москва : Гор. линия-Телеком, 2013. - 130 с.: ил.; . ISBN 978-5-9912-0346-3, 500 экз. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/430028> (дата обращения: 21.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

б) Дополнительная литература:

1. Соколов, Г. А. Основы теории массового обслуживания для экономистов : учебник / Г.А. Соколов. — М. : ИНФРА-М, 2019. — 128 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/7367. - ISBN 978-5-16-010055-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1014752> (дата обращения: 23.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Литвиненкова, З. Н. Теория массового обслуживания : учебное пособие / З. Н. Литвиненкова, Е. А. Осюк. — Санкт-Петербург : СПбГУ ГА, 2017. — 97 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145786> (дата обращения: 23.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Павский, В. А. Теория массового обслуживания (элементы теории и приложения) : учебное пособие / В. А. Павский. — 2-е изд. — Кемерово : КемГУ, 2017. — 134 с. — ISBN 979-5-89289-141-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/102669> (дата обращения: 23.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

1. Доброхотов, Ю. Н. Основы теории массового обслуживания : учебно-методическое пособие / Ю. Н. Доброхотов ; составитель Ю. Н. Доброхотов. — Чебоксары : ЧГСХА, 2018. — 82 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/139062> (дата обращения: 23.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Козлов, В. Г. Теория массового обслуживания : учебное пособие / В. Г. Козлов. — Москва : ТУСУР, 2012. — 57 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/10921> (дата обращения: 23.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Смагин, Б. И. Основы теории массового обслуживания : учебно-методическое пособие / Б. И. Смагин. — Воронеж : Мичуринский ГАУ, 2007. — 32 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/47271> (дата обращения: 23.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Чамеев, В. В. Аналитические методы исследования технологических процессов лесопромышленного производства с применением теории массового обслуживания : учебное пособие / В. В. Чамеев, В. В. Побединский, А. В. Солдатов. — Екатеринбург : УГЛТУ, 2018. — 120 с. — ISBN 978-5-94984-655-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142536> (дата обращения: 23.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	http://scopus.com
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	https://www.nature.com/siteindex

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории Оснащение аудитории

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа Доска, мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Доска, мультимедийный проектор, экран

Комплекс методических разработок (раздаточного материала и методических указаний) и\или комплекс тестовых заданий для подготовки и проведения промежуточных и рубежных контролей

Помещения для самостоятельной работы учащихся Персональные компьютеры с пакетом MSOffice, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий