


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ
Декан ФВТ
Фионова Л. Р.
«29» июня 2016г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

М1.1.4 Непрерывные и дискретные математические модели

Направление подготовки 01.04.02 "Прикладная математика и информатика"

Магистерская программа "Математическое моделирование в экономике и технике"

Квалификация (степень) выпускника — Магистр

Форма обучения — очная

Пенза, 2016

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины "Непрерывные и дискретные математические модели" является формирование системы знаний, умений и навыков построения и анализа непрерывных и дискретных математических моделей.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина "Непрерывные и дискретные математические модели" относится к базовой части учебного плана. Для освоения дисциплины "Непрерывные математические модели" студенты используют знания, умения и навыки, полученные в ходе освоения программы бакалавриата, а также дисциплины "Современные проблемы прикладной математики и информатики" части базовой учебного плана.

Изучение дисциплины является базой для дальнейшего освоения студентами дисциплин вариативной части учебного плана: М1.2.1 "Некорректные, обратные задачи", М1.2.3 "Математические модели физики", М1.2.8.1 "Математические модели и методы нанотехнологий", прохождения практики и подготовки к итоговой государственной аттестации.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины "Непрерывные и дискретные математические модели"

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО по данному направлению:

ОПК-4	Способность использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики	Знать: математические основы построения непрерывных и дискретных моделей
		Владеть: принципами разработки математических моделей в различных предметных областях
		Уметь: аналитическими средствами интерпретировать результаты наблюдений и идентифицировать параметры математических моделей
ПК-3	Способность разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности	Знать: основные математические методы, применяемые для построения и анализа непрерывных и дискретных математических моделей
		Владеть: основными математическими методами, применяемыми для построения и анализа непрерывных и дискретных математических моделей
		Уметь: применять математические модели для решения задач научной и проектно-технологической деятельности
ПК-4	Способность разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности	Знать: методы построения непрерывных и дискретных моделей
		Владеть: аналитическими методами описания математических моделей
		Уметь: аналитическими методами анализировать непрерывные и дискретные математические модели: интерпретация, идентификация, прогноз.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ " Непрерывные и дискретные математические модели "

4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)								Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)		
				Аудиторная работа			Самостоятельная работа					Опрос на лабораторных занятиях	Проверка отчетов о выполнении лабораторных работ	Проверка индивидуальных домашних заданий
				Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к лекциям	Выполнение индивидуальных домашних заданий	Подготовка к лабораторным работам	Подготовка к экзамену			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1 семестр			1-18	36	18	18	72	15	23	34				
1	РАЗДЕЛ 1. Основные понятия математического моделирования	1	1-6	12	6	6	18	4	5	6				
1.1	Тема 1.1. Решение прямых задач математического моделирования.	1	1	2	2		3	1		1		1		
1.2	Лабораторная работа 1. Пакет CAS Maple для математического моделирования.	1	1	2		2	3		2	1		1	1	
1.3	Тема 1.2. Решение обратных задач математического моделирования.	1	3-5	2	2		3	1		1		2		

1.4	Лабораторная работа 2. Дифференцирование функции, ряды Фурье.	1	3	2		2	3		2	1		3	3	3
1.5	Тема 1.3. Компьютерное моделирование и основные вычислительные алгоритмы моделирования.	1	7	2	2		3	2		1		4		
1.6	Лабораторная работа 3. Пакет intrans CAS Maple и его применения.	1	8	2		2	3		1	1			5	
2	РАЗДЕЛ 2. Задачи идентификация и оптимизации.	1	7-9	8	4	4	18	3	6	4				
2.1	Тема 2.1. Постановка задач идентификация и оптимизации.	1	9	2	2		3	1		1		6		
2.2	Лабораторная работа 4. Решение задач идентификация и оптимизации методом RBF.	1	9-10	2		2	5		3	1		7	7	
2.3	Тема 2.2. Выбор целевых функций и оптимизируемых переменных.	1	11	2	2		5	2		1		8		
2.4	Лабораторная работа 5. Метод сеток в задачах идентификации и оптимизации	1	11-12	2		2	5		3	1			9	9
3	РАЗДЕЛ 3. Гидродинамические модели	1	10-18	16	8	8	36	8	12	6				
3.1	Тема 3.1. Гидродинамическая модель идеального смещения с интенсивностями источников веществ и тепла.	1	13-14	2			4	2		1		10		
3.2	Лабораторная работа 6. Метод интегральных преобразований.	1	15	2		2	5		3	1			11	
3.3	Тема 3.2. Математическое описание гидродинамической модели идеального вытеснения с интенсивностями источников веществ и тепла.	1	15-16	2	2		4	2				12		
3.4	Лабораторная работа 7. Создание процедуры решения с помощью пакета intrans CAS Maple.	1	17	2		2	5		3	1			13	
3.5	Тема 3.3. Математическая модель стационарного процесса теплопередачи в теплообменнике смещение- смещение.	1	17-18	2	2		4	2				14		
3.6	Лабораторная работа 8. Блок-схема алгоритма	1		2		2	5		3	1			15	15

	решения задачи для метода интегральных преобразований и ее реализация.													
3.7	Тема 3.4. Математическое моделирование фазового равновесия жидкость-пар.	1		2	2		4	2		1		16		
3.8	Лабораторная работа 9. Метод интегральных преобразования Фурье для анализа модели.	1		2		2	5		3	1			17	
2 семестр		2	1-18	72	36	36	72	18	27	16				
4	РАЗДЕЛ 4. Марковские модели систем массового обслуживания.	2	1-7	40	20	20	40	10	15	5				
4.1	Тема 4.1. Общая характеристика систем массового обслуживания.	2	1	4	4		2	2				1-2		
4.2	Лабораторная работа 10. Экспоненциальное распределение.	2	1	4		4	6		3	1		1-2	1	2
	Тема 4.2. Экспоненциальное и пуассоновское распределение.	2		4	4		2	2				3-4		
	Лабораторная работа 11. Пуассоновское распределение.	2		4		4	6		3	1		3-4	3	4
4.3	Тема 4.3. Марковские модели массового обслуживания с отказами.	2	4	4	4		2	2				5-6		
4.4	Лабораторная работа 12. Простейшие марковские модели, системы М/М/п/г с отказами.	2	5-7	4		4	6		3	1		5-6	5-6	
	Тема 4.3. Марковские модели массового обслуживания без отказов.	2		4	4		2	2				7-8		
	Лабораторная работа 13. Простейшие марковские модели, системы М/М/1/∞ без отказов.	2		4		4	6		3	1		7-8	7	
4.5	Тема 4.4. Алгоритмические методы анализа марковских моделей.	2	8	4	4		2	2				9-10		
4.6	Лабораторная работа 14. Системы М/Н _п /1/г, Н ₁ /М/1/г, М ₂ /М/п/г с относительным приоритетом.	2		4		4	6		3	1		9-10	9-10	
	РАЗДЕЛ 5. Немарковские модели	2	8	16	8	8	16	4	6	2		7		
5.1	Тема 5.1. Простейшие немарковские модели.	2		4	4		2	2				11-12		

5.2	Лабораторная работа 15. Метод вложенных цепей Маркова.	2		4		4	6		3	1		11-12		
5.3	Тема 5.2. Имитационное моделирование систем и сетей массового обслуживания	2	9	4	4		2	2				13-14		
5.4	Лабораторная работа 16. Инструментальные средства имитационного моделирования СМО и СеМО.	2	9-10	4		4	6		3	1		13-14	13-14	
6	РАЗДЕЛ 6. Марковские сети.	2	11-12	16	8	8	16	4	6	2				
6.1	Тема 6.1. Марковская сеть.	2	12	4	4		2	2				15-16		
	Лабораторная работа 17. Метод Монте Карло для задач анализа	2		4		4	6		3	1		15-16	15-16	
	Тема 6.2. Метод Монте Карло для задач анализа и дифференциальных уравнений.	2		4	4		2	2				17-18		
6.2	Лабораторная работа 18. Метод Монте Карло дифференциальных уравнений	2	12	4		4	6		3	1		17-18		17-18
	Общая трудоемкость, в часах			108	54	54	144	33	50	25	36	Промежуточная аттестация		
												Форма	Семестр	
												Зачет	1	
												Экзамен	2	

4.2. Содержание дисциплины

4.2.1. Содержание лекционных занятий

РАЗДЕЛ 1. Основные понятия математического моделирования

Тема 1.1. Решение прямых задач математического моделирования.

Основные понятия математического моделирования. Математическое описание, функциональный оператор и расчетный модуль.

Тема 1.2. Решение обратных задач математического моделирования.

Прямые задачи. Виды обратных задач.

Тема 1.3. Компьютерное моделирование и основные вычислительные алгоритмы моделирования.

РАЗДЕЛ 2. Задачи идентификация и оптимизации

Тема 2.1. Постановка задач идентификация и оптимизации.

Компьютерное моделирование. Основные вычислительные алгоритмы моделирования. Задачи идентификации и оптимизации.

Постановка задачи идентификации. Постановка задачи оптимизации.

Тема 2.2. Выбор целевых функций и оптимизирующих переменных.

Целевые функции и оптимизирующие переменные. Алгоритмы идентификации и оптимизации

РАЗДЕЛ 3. Гидродинамические модели

Тема 3.1. Гидродинамическая модель идеального смешения с интенсивностями источников веществ и тепла.

Математическое описание гидродинамической модели идеального смешения с интенсивностями источников веществ и тепла за счет различных элементарных процессов. Основные соотношения для определения локальных интенсивностей источников массы и тепла.

Тема 3.2. Математическое описание гидродинамической модели идеального вытеснения с интенсивностями источников веществ и тепла.

Математическое описание гидродинамической модели идеального вытеснения с интенсивностями источников веществ и тепла. Вывод математических соотношений.

Тема 3.3. Математическая модель стационарного процесса теплопередачи в теплообменнике смешение- смешение.

Математическая модель стационарного процесса теплопередачи в теплообменнике смешение-смешение. Выбор алгоритма решения с применением информационной матрицы математического описания процесса. Блок-схема алгоритма решения задачи.

Тема 3.4. Математическое моделирование фазового равновесия жидкость-пар.

Математическое моделирование фазового равновесия жидкость-пар в многокомпонентной системе с учетом неидеальности жидкой фазы. Выбор алгоритма решения задачи и представление его в виде блок-схемы расчета.

2 семестр

РАЗДЕЛ 4. Марковские модели систем массового обслуживания

Тема 4.1. Общая характеристика систем массового обслуживания.

Цепи Маркова, марковские процессы с дискретным множеством состояний, полумарковские процессы. Определяющие параметры СМО. Характеристики функционирования СМО. Классификация СМО. Понятие о сетях массового обслуживания.

Тема 4.2. Экспоненциальное и пуассоновское распределение.

Вероятностный аппарат теории массового обслуживания: экспоненциальное и пуассоновское распределение,

Тема 4.3. Марковские модели массового обслуживания с отказами.

Простейшие марковские модели, системы $M/M/n/g$ с ограниченным временем ожидания, уравнения для вероятностей состояния системы, существование стационарного режима, основные характеристики функционирования системы в стационарном режиме, структура выходного потока.

Тема 4.3. Марковские модели массового обслуживания без отказов.

Простейшие марковские модели (системы $M/M/1/\infty$ система с конечным числом источников (Энгсета)): уравнения для вероятностей состояния системы, существование стационарного режима, основные характеристики функционирования системы в стационарном режиме, структура выходного потока. Система $M/E_m/1/\infty$: построение марковского процесса методом фиктивных фаз, получение стационарных характеристик функционирования.

Тема 4.4. Алгоритмические методы анализа марковских моделей.

Необходимость алгоритмического подхода к анализу СМО. Системы $M/H_m/1/r$, $H_1/M/1/r$, $M_2/M/n/r$ с относительным приоритетом: решение системы уравнений равновесия, получение стационарных характеристик функционирования.

РАЗДЕЛ 5. Немарковские модели

Тема 5.1. Простейшие немарковские модели.

Полумарковские модели. Метод вложенных цепей Маркова. Метод введения дополнительной переменной. Исследование системы $M/G/1/\infty$: определение среднего числа заявок в системе методом вложенной цепи Маркова, определение времени пребывания заявки в системе, определение остаточного времени обслуживания методом введения дополнительной переменной. Обзор других немарковских СМО.

Тема 5.2. Имитационное моделирование систем и сетей массового обслуживания

Назначение и основные возможности имитационного моделирования СМО и СеМО. Сущность имитационного эксперимента. Методы обработки результатов. Инструментальные средства имитационного моделирования СМО и СеМО.

РАЗДЕЛ 6. Марковские сети

Тема 6.1. Марковская сеть.

Марковское случайное поле. Марковское случайное поле, скрытое марковское случайное поле, марковская цепь, скрытая марковская модель.

Тема 6.2. Метод Монте Карло для задач анализа и дифференциальных уравнений.

Метод Монте Карло по схеме марковской цепи.

4.2.2. Темы лабораторных работ

РАЗДЕЛ 1. Основные понятия математического моделирования

Лабораторная работа 1. Пакет CAS Maple для математического моделирования.

1.1. Пакет CAS состав, возможности.

1.2. Базовый пакет CAS.

Лабораторная работа 2. Дифференцирование функции, ряды Фурье.

2.1. Системы линейных уравнений для модели межотраслевого баланса.

2.2. Дифференцирование функции, ряды Фурье.

Лабораторная работа 3. Пакет intrans CAS Maple и его применения.

3.1. Пакет intrans его применения для решения задач Коши.

3.2. Задачи идентификации и оптимизации с применением метода RBF.

РАЗДЕЛ 2. Задачи идентификация и оптимизации.

Лабораторная работа 4. Решение задач идентификация и оптимизации методом RBF.

4.1. Постановка задачи идентификации методом RBF.

4.2. Постановка задачи оптимизации методом RBF.

Лабораторная работа 5. Метод сеток в задачах идентификации и оптимизации

РАЗДЕЛ 3. Гидродинамические модели

Лабораторная работа 6. Метод интегральных преобразований.

6.1. Метод интегральных преобразований.

6.2. Создание процедуры решения с помощью пакета intrans.

Лабораторная работа 7. Создание процедуры решения с помощью пакета intrans CAS Maple.

- 7.1. Метод интегральных преобразований Фурье.
- 7.2. Создание процедуры решения с помощью пакета intrans.

Лабораторная работа 8. Блок-схема алгоритма решения задачи для метода интегральных преобразований и ее реализация.

- 8.1. Блок-схема алгоритма решения задачи.
- 8.2. Метод интегральных преобразований.
- 8.3. Создание процедуры решения с помощью пакета intrans.

Лабораторная работа 9. Метод интегральных преобразования Фурье для анализа модели.

- 8.1. Блок-схема алгоритма решения задачи.
- 8.2. Метод интегральных преобразований Фурье.
- 8.3. Создание процедуры решения с помощью пакета intrans.

2 семестр

РАЗДЕЛ 4. Марковские модели систем массового обслуживания.

Лабораторная работа 10. Экспоненциальное распределение.

- 10.1. Экспоненциальное распределение.
- 10.2. Определяющие параметры СМО.
- 10.3. Характеристики функционирования СМО.

Лабораторная работа 11. Пуассоновское распределение.

- 11.1. Пуассоновское распределение.
- 11.2. Определяющие параметры СМО.
- 11.3. Примеры сетей массового обслуживания.

Лабораторная работа 12. Алгоритмические методы анализа марковских моделей.

12.1. Система с конечным числом источников (Энгсета): уравнения для вероятностей состояния системы.

Лабораторная работа 13. Простейшие марковские модели, системы $M/M/1/\infty$ без отказов.

13.1. Простейшие марковские модели (системы $M/M/1/\infty$): уравнения для вероятностей состояния системы.

13.2. Система $M/E_m/1/\infty$: построение марковского процесса методом фиктивных фаз, получение стационарных характеристик функционирования.

Лабораторная работа 14. Системы $M/H_m/1/r$, $H_1/M/1/r$, $M_2/M/n/r$ с относительным приоритетом.

РАЗДЕЛ 5. Немарковские модели

Лабораторная работа 15. Метод вложенных цепей Маркова.

Формула Поллячека- Хинчина.

Лабораторная работа 16. Инструментальные средства имитационного моделирования СМО и СеМО.

Методы моделирования случайных величин и марковских цепей.

РАЗДЕЛ 6. Марковские сети.

Лабораторная работа 17. Метод Монте Карло для задач анализа.

Два способа вычисления интеграла. Кратные интегралы.

Методы вычисления интегралов.

Лабораторная работа 18. Метод Монте Карло дифференциальных уравнений.

Задача Дирихле для уравнения Лапласа.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе освоения дисциплины " Непрерывные математические модели " при проведении аудиторных занятий используется образовательная технология, предусматривающая такие методы и формы изучения материала как лекция, лабораторное занятие, включающие активные и интерактивные формы занятий: проведение лекции проблемного характера (Тема 2.1. Постановка задач идентификация и оптимизации.);

проведение лабораторных занятий в интерактивной форме и публичная защита отчетов по лабораторным работам: работа в малых группах:

Лабораторная работа 1. Пакет intrans CAS Maple и его применения.

Лабораторная работа 8. Блок-схема алгоритма решения задачи для метода интегральных преобразований и ее реализация.

Лабораторная работа 12. Алгоритмические методы анализа марковских моделей.

Лабораторная работа 15. Метод вложенных цепей Маркова.

Лабораторная работа 17. Метод Монте Карло для задач анализа.

Лабораторная работа 18. Метод Монте Карло дифференциальных уравнений.

Задача Дирихле для уравнения Лапласа.

Занятия, проводимые в интерактивной форме, составляют 25 % от общего количества аудиторных занятий.

Используется многоуровневое построение курса: изучение теоретического материала без привязки к программному обеспечению; реализация основных численных методов с использованием стандартных функций MAPLE; реализация основных методов математического моделирования с использованием библиотеки примеров программ; разработка студентами собственных программ.

Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателя (консультации, помощь в написании и отладки программ и др.) и индивидуальную работу студента, выполняемую как дома, так и в компьютерном классе с выходом в Интернет.

При реализации образовательных технологий используются следующие виды самостоятельной работы:

- работа с конспектом лекции и литературой;
- подготовка к лабораторной работе: изучение теоретического материала, разработка и отладка программ заданий по лабораторным работам;
- обработка результатов лабораторных работ и подготовка письменных отчетов;
- выполнение и оформление индивидуальных домашних заданий: изучение теоретического материала, разработка алгоритма решения задачи, разработка и отладка программ, вычислительный эксперимент с разработанной программой, оформление письменного отчета по индивидуальному заданию;
- поиск информации в сети «Интернет» и литературе;
- подготовка к контрольным работам
- подготовка к сдаче зачёта и экзамена.

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: обеспечение внеаудиторной работы со студентами в том числе в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного оборудования, дистанционных форм обучения, возможностей интернет-ресурсов, индивидуальных консультаций и т.д.

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.
ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ
УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО
ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.**

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Опрос на лабораторных занятиях	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	Тема 1.1. Решение прямых задач математического моделирования.	Подготовка к лекциям	Проанализировать понятие прямая и обратная задача математического моделирования. Найти в Интернет примеры моделирования научно-технических задач.	1, 5	2
1	Лабораторная работа 1. Пакет CAS Maple для математического моделирования.	Подготовка к лабораторным работам	Решение стандартных задач математического анализа. Подготовка к защите лабораторной работы. Оформление отчета о лабораторной работе.	5	1
2	Тема 1.2. Решение обратных задач математического моделирования.	Подготовка к лекциям	Проанализировать различия в постановках прямой и обратной задач математического моделирования.	1	2
3	Лабораторная работа 2. Дифференцирование функции, ряды Фурье.	Подготовка к лабораторным работам	Создание процедуры для получения ряда Фурье. Подготовка к защите лабораторной работы. Оформление отчета о лабораторной работе.	5	1
		Выполнение индивидуального задания 1	Анализ задания, подбор литературы		8
4	Тема 1.3. Компьютерное моделирование и основные вычислительные алгоритмы моделирования.	Подготовка к лекциям	Изучить принципы иммитационного моделирования	1	3
5	Лабораторная работа 3. Пакет intrans CAS Maple и его применения.	Подготовка к лабораторным работам	Изучить основные операторы пакета fourier, invfourier	5	1
6	Тема 2.1. Постановка задач идентификация и оптимизации.	Подготовка к лекциям	Изучить постановку коэффициентов задач	1, 2	2

7	Лабораторная работа 4. Решение задач идентификации и оптимизации методом RBF.	Подготовка к лабораторным работам	Создание процедуры для решения коэффициентной задачи для уравнения теплопереноса	5	1
8	Тема 2.2. Выбор целевых функций и оптимизируемых переменных.	Подготовка к лекциям	Проанализировать постановку задач математического программирования.	4	2
9	Лабораторная работа 5. Метод сеток в задачах идентификации и оптимизации	Подготовка к лабораторным работам	Создание процедуры для решения задачи идентификации краевого условия по значениям на внутреннем контуре.	1	1
		Выполнение индивидуального задания 2	Анализ задания, подбор литературы	5	9
3.1	Тема 3.1. Гидродинамическая модель идеального смешения с интенсивностями источников веществ и тепла.	Подготовка к лекциям	Изучить уравнение тепломассопереноса.	1	2
11	Лабораторная работа 6. Метод интегральных преобразований.	Подготовка к лабораторным работам	Использовать метод Фурье для основных типов уравнений в ч.п.	5	1
12	Тема 3.2. Математическое описание гидродинамической модели идеального вытеснения с интенсивностями источников веществ и тепла.	Подготовка к лекциям	Изучить роль метода Фурье для уравнения тепломассопереноса.	1	2
13	Лабораторная работа 7. Создание процедуры решения с помощью пакета intrans CAS Maple.	Подготовка к лабораторным работам	Использовать пакет intrans CAS Maple для нестационарной гидродинамической модели.	5	1
14	Тема 3.3. Математическая модель стационарного процесса теплопередачи в теплообменнике смешение-смещение.	Подготовка к лекциям	Проанализировать отличия динамической и стационарной моделей.	1	2
15	Лабораторная работа 8. Блок-схема алгоритма решения задачи для метода интегральных преобразований и ее реализация.	Подготовка к лабораторным работам	Использовать пакет intrans CAS Maple для стационарной гидродинамической модели.	5	1
		Выполнение индивидуального задания 3	Анализ задания, подбор литературы	5	9
16	Тема 3.4. Математическое моделирование фазового равновесия жидкость-пар.	Подготовка к лекциям	Изучить отличия связной и несвязной математических моделей	2	2
17	Лабораторная работа 9. Метод интегральных преоб-	Подготовка к лабораторным работам	Использовать пакет intrans CAS	5	1

	зования Фурье для анализа модели.		Maple для анализа связанных математических моделей.		
2 семестр					
1-2	Тема 4.1. Общая характеристика систем массового обслуживания.	Подготовка к лекциям	Изучить основные понятия теории случайных процессов	4	2
1-2	Лабораторная работа 10. Экспоненциальное распределение.	Подготовка к лабораторным работам	Создание имитационной модели с экспоненциальным распределением.	1	1
		Выполнение индивидуального задания 4	Анализ задания, подбор литературы	1	8
3-4	Тема 4.2. Экспоненциальное и пуассоновское распределение.	Подготовка к лекциям	Проанализировать основные характеристики Экспоненциального и пуассоновского распределения.	6	2
3-4	Лабораторная работа 11. Пуассоновское распределение.	Подготовка к лабораторным работам	Создание имитационной модели с показательным распределением.	2	1
		Выполнение индивидуального задания 5	Анализ задания, подбор литературы	2	8
5-6	Тема 4.3. Марковские модели массового обслуживания с отказами.	Подготовка к лекциям	Изучить простейшие свойства графов.	4	2
5-6	Лабораторная работа 12. Простейшие марковские модели, системы М/М/п/г с отказами.	Подготовка к лабораторным работам	Создание процедуры для вычисления параметров системы М/М/п/г	4	1
7-8	Тема 4.3. Марковские модели массового обслуживания без отказов.	Подготовка к лекциям	Уметь составлять систему уравнений Колмогорова.	6	2
7-8	Лабораторная работа 13. Простейшие марковские модели, системы М/М/1/∞ без отказов.	Подготовка к лабораторным работам	Создание процедуры для вычисления параметров системы М/М/1/∞.	4	1
9-10	Тема 4.4. Алгоритмические методы анализа марковских моделей.	Подготовка к лекциям	Выучить формулы Эрланга.	6	2
9-10	Лабораторная работа 14. Системы $M/H_m/1/g$, $H_1/M/1/g$, $M_2/M/n/g$ с относительным приоритетом.	Подготовка к лабораторным работам	Создание процедуры для вычисления параметров системы $M/H_m/1/g$, $H_1/M/1/g$, $M_2/M/n/g$ с относительным приоритетом.	6	1
				6	
11-12	Тема 5.1. Простейшие немарковские модели.	Подготовка к лекциям	Изучить процессы Эрланга 1-го рода.	4	2
11-12	Лабораторная работа 15. Метод вложенных цепей Маркова.	Подготовка к лабораторным работам	Реализовать метод вложенных цепей Маркова в среде Maple.	6	1
13-14	Тема 5.2. Имитационное моделирование систем и сетей	Подготовка к лекциям	Изучить методы генерации случай-	4	1

	массового обслуживания		ной величины с данным распределением.		
13-14	Лабораторная работа 16. Инструментальные средства имитационного моделирования СМО и СеМО.	Подготовка к лабораторным работам	Создать процедуру имитации работы конкретной СМО.	4	1
15-16	Тема 6.1. Марковская сеть.	Подготовка к лекциям	Проанализировать метода создания имитационной модели марковской сети.	6	1
15-16	Лабораторная работа 17. Метод Монте Карло для задач анализа	Подготовка к лабораторным работам	Создать алгоритм вычисления интеграла методом Монте-Карло двумя способами.	6	1
17-18	Тема 6.2. Метод Монте Карло для задач анализа и дифференциальных уравнений.	Подготовка к лекциям	Изучить историю метода Монте – Карло.	4	1
17-18	Лабораторная работа 18. Метод Монте Карло дифференциальных уравнений	Подготовка к лабораторным работам	Создать процедуру для решения задачи Дирихле для уравнения Пуассона методом Монте-Карло.	6	1
		Выполнение индивидуального задания 6	Анализ задания, подбор литературы	6	8

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

При работе с конспектом лекций и изучении рекомендованной литературы студенту необходимо изучить конспект лекций, ответить на контрольные вопросы, изучить разделы рекомендованной литературы. При подготовке к лабораторным работам студентам следует изучить теоретический материал по теме лабораторной работы, ответить на контрольные вопросы. При подготовке к лабораторному занятию используется технология сотрудничества, включающая *работу в малых группах*.

При оформлении отчетов по лабораторным работам студент должен изучить требования к оформлению отчета, представить результаты выполнения работы, проанализировать результаты работы и сделать выводы по работе.

При выполнении индивидуального задания студенту необходимо провести анализ задания, изучить рекомендованную литературу, обоснованно выбрать метод решения задач, разработать алгоритм решения, разработать и отладить программы, провести вычислительный эксперимент, проанализировать результаты. Студент должен показать, что полученные результаты являются решением задач. Работа над заданием должна включать элементы исследования, например, сравнение различных методов решения. При подготовке к отчету по лабораторной работе используется технология *коллективной мыслительной деятельности (отчет сдает пара студентов)*.

При выполнении индивидуального домашнего задания работа с конспектом лекции используется работа с учебником; решение задач и упражнений по образцу; поиск информации в сети "Интернет" и в дополнительной литературе.

Подготовка к зачету и экзамену подразумевает повторение изученного материал. Использование при подготовке и ответах результатов выполнения индивидуальных заданий облегчает подготовку и повышает качество ответа. Студентам из числа лиц с ограниченными

возможностями здоровья могут быть предложены электронные образовательные ресурсы в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: обеспечение внеаудиторной работы со студентами в том числе в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного оборудования, дистанционных форм обучения, возможностей интернет-ресурсов, индивидуальных консультаций и т.д.

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые разделы	Компетенции, компоненты которых контролируются
1.	Текущий: опрос на лабораторных работах.	1–6	ОПК- 4
2.	Проверка отчетов о выполнении лабораторных работ.	1–6	ОПК- 4
3.	Проверка индивидуальных домашних заданий	1–6	ПК-3, 4
4.	Промежуточный: зачет	1–3	ОПК-4
5.	Промежуточный: экзамен	4–8	ОПК- 4

Демонстрационные варианты индивидуальных домашних заданий

По каждому заданию необходимо провести анализ задания (доопределить некоторые исходные данные, конкретизировать задание); обосновать выбор метода решения, описать алгоритм решения со всеми необходимыми формулами; разработать и отладить программу в системе MAPLE; провести вычислительный эксперимент; дать анализ полученных результатов).

Пример индивидуального домашнего задания 1. " Дифференцирование функции, ряды Фурье."

1. Найти производную таблично заданной функции, вначале приблизив ее методом RBF взяв в качестве последних гауссиан.
2. Разложить в ряд Фурье таблично заданную функцию используя п.1.
3. Построить график массива данных и график его Фурье аппроксимации.

Пример индивидуального домашнего задания 2. " Метод сеток в задачах идентификации и оптимизации "

1. Решить методами методом сеток задачу Дирихле для уравнения Лапласа

$$u''_{xx} + u''_{yy} = 0, 0 < x < 1, 0 < y < 1;$$

$$u = -y^2, x = 0, u = 1 - y^2, x = 1;$$

$$u = x^2, y = 0; u = x^2 - 1, y = 1$$

2. Найти методом Фурье точное решения, сравнить точное с численным.

Пример индивидуального домашнего задания 3. " Блок-схема алгоритма решения задачи для метода интегральных преобразований и ее реализация."

Решите первую смешанную задачу для уравнения теплопроводности в круге. Метод RBF.

$$1.u'_t = 2\Delta u, 0 \leq r \leq 3, t \in (0, +\infty), u(r, 0) = 9 - r^2, u(3, t) = 0.$$

Пример индивидуального домашнего задания 4. " Экспоненциальное распределение."

Создать массив из 200 значений случайной величины, распределенной по экспоненциальному распределению. Использовать универсальный метод преобразования случайных чисел с равномерным распределением.

Пример индивидуального домашнего задания 5. " Пуассоновское распределение."

Создать массив из 200 значений случайной величины, распределенной по пуассоновскому распределению. Использовать универсальный метод преобразования случайных чисел с равномерным распределением.

Пример индивидуального домашнего задания 6. "Численное интегрирование и дифференцирование"

Вычислить интеграл $\int_0^2 2x \cos(x) dx$ точно, методами прямоугольников и Монте Карло.

Сравнить результаты.

6.4. Перечень примерных вопросов к зачёту

1. CAS для математического моделирования.
2. Базовый пакет CAS
3. Системы линейных уравнений для модели межотраслевого баланса.
4. Дифференцирование функции.
5. Ряды Фурье.
6. Пакет inttrans его применения.
7. Задачи идентификации и оптимизации с применением метода RBF.
8. Постановка задачи идентификации методом RBF.
9. Постановка задачи оптимизации методом RBF.
10. Выбор целевых функций и оптимизирующих переменных.
11. Метод сеток в задачах идентификации и оптимизации
12. Метод интегральных преобразований Фурье.
13. Другие интегральные преобразования-Лапласа, Бесселя.
14. Создание процедуры решения задачи Коши для волнового уравнения с помощью пакета inttrans.
15. Создание процедуры решения задачи Коши для уравнения теплопроводности.
16. Создание процедуры решения задачи Дирихле для уравнения Пуассона с помощью пакета inttrans.
17. Метод интегральных преобразований Фурье в гидродинамике.
18. Математическое моделирование фазового равновесия жидкость-пар.
19. Создание процедуры моделирования фазового равновесия жидкость-пар с помощью пакета inttrans.

6.5. Перечень примерных вопросов к экзамену

1. Общая характеристика систем массового обслуживания (СМО).
2. Вероятностный аппарат теории массового обслуживания: экспоненциальное и пуассоновское распределение.
3. Цепи Маркова, марковские процессы с дискретным множеством состояний.
4. Полумарковские процессы.
5. Определяющие параметры СМО.
6. Характеристики функционирования СМО.
7. Классификация СМО.
8. Понятие о сетях массового обслуживания.
9. Марковские модели массового обслуживания.
10. Простейшие марковские модели (системы M/M/1/∞, M/M/n/r, M/M/1/∞ с ограниченным временем ожидания, система с конечным числом источников (Энгсета)).
11. Уравнения для вероятностей состояния системы, существование стационарного режима.
12. Основные характеристики функционирования системы в стационарном режиме.

13. Структура выходного потока. Эрланговский поток.
14. Алгоритмические методы анализа марковских СМО.
15. Алгоритмический подхода к анализу СМО.
16. Простейшие немарковские модели. Полумарковские модели.
17. Метод вложенных цепей Маркова.
18. Имитационное моделирование систем и сетей массового обслуживания.
19. Назначение и основные возможности имитационного моделирования СМО и СеМО.
20. Сущность имитационного эксперимента.
21. Методы обработки результатов.
22. Инструментальные средства имитационного моделирования СМО и СеМО.
23. Марковская сеть.
24. Марковское случайное поле.
25. Марковское случайное поле, скрытое марковское случайное поле,
26. Марковская цепь, скрытая марковская модель

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ " Непрерывные и дискретные математические модели "

7.1. Основная литература

1. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры. — 2-е изд., испр. — М.: Физматлит, 2005. — 320 с. (5 экз.).
http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=453
2. Вороненко Б. А., Крысин А. Г., Пеленко В. В., Цуранов О. А. Введение в математическое моделирование. — СПб.: Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2014, — 44 с. (ЭБС "Лань" <https://e.lanbook.com/book/70823>)
3. Петров А. В. Моделирование процессов и систем. — СПб.: "Лань", 2015.— 288 с. (ЭБС "Лань" <https://e.lanbook.com/book/68472>)
4. Голоскоков Д. П. Курс математической физики с использованием пакета Maple. — СПб.: Издательство "Лань", 2015. — 576 с. (ЭБС "Лань" <https://e.lanbook.com/book/67461>)

7.2. Дополнительная литература

5. Михлин С. Г. Курс математической физики. — СПб.: Лань, 2001. — 576 с. (81 экз.).
http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=7080
6. Гнеденко Б. В., Коваленко И. Н. Введение в теорию массового обслуживания. — М.: ЛКИ, 2007. — 400 с. (5 экз.).
http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=9596

7.3. Интернет-ресурсы

По численным методам имеется огромное число Интернет-ресурсов. В таблице перечислены наиболее авторитетные из них.

№ п/п	Адрес сайта	Описание материала, содержащегося на сайте
1.	http://www.acm.org/	ACM, Association for Computing Machinery — Ассоциация вычислительной техники — старейшая и наиболее крупная международная организация в компьютерной области, включая численные методы. Имеются центр обучения (LEARNING CENTER) и цифровая библиотека (на английском языке).
2.	http://siam.org/	SIAM, Society of Industrial and Applied Mathematics — Общество по индустриальной и прикладной математике. Содержится масса материалов по прикладной математике (на английском языке).
3.	http://www.mathworks.com/	Портал компании MathWorks, Inc. — разработчика системы MATLAB. Содержит большой объем информации по использованию MATLAB, включая интерактивные курсы (на английском языке).
4.	http://www.srcc.msu.su/num_anal/	Научно-образовательный Интернет-ресурс НИВЦ МГУ по численному анализу
5.	http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm	Международный научно-образовательный сайт "EqWorld — Мир математических уравнений" — крупнейший в мире электронный ресурс, посвященный математическим уравнениям и методам их решения (в том числе численным). Материалы доступны на русском языке.
6.	http://www.intuit.ru/	Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ" — имеется много бесплатных курсов (в том числе, по численным методам), программ повышения квалификации и профессиональной переподготовки, интересных докладов и другой полезной информации.
7.	http://exponenta.ru/	Образовательный математический сайт Exponenta.ru — содержит много учебных и методических материалов по разным разделам математики, в том числе, по численным методам и математическим пакетам программ.
8.	http://window.edu.ru/	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования. Система содержит много учебных пособий по численным методам, подготовленным в ВУЗах России.

7.4. Программное обеспечение

Все лабораторные работы выполняются на персональных компьютерах в системах со свободно распространяемой лицензией.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ " Непрерывные и дискретные математические модели "

Студенты используют рабочие места в компьютерном классе, оборудованном локальной сетью и выходом в Internet, имеющиеся в библиотеке учебники. Все лабораторные работы выполняются на персональных компьютерах.

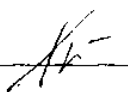
Рабочая программа дисциплины " Непрерывные и дискретные математические модели " составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО о направлению подготовки "Прикладная математика и информатика" и магистерской программы "Математическое моделирование в экономике и технике".

Программу составил
к.ф.-м.н., доцент

 Яремко О.Э.

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.

Программа одобрена на заседании кафедры "Компьютерные технологии"
протокол № 9 от "08" сентября 2016 года

Зав. каф. "Компьютерные технологии" д.т.н., профессор  Горбаченко В. И.

Программа согласована с заведующим выпускающей кафедры

Зав. каф. "Высшая и прикладная математика"

д.ф.-м.н., профессор  Бойков И. В.

№1-1 "28" сентября 2016 г.

Программа одобрена методической комиссией факультета ВТ

протокол № 6 от "29" сентября 2016 г.

Председатель методической комиссии факультета ВТ

(подпись)  Н.И. Кузнецов
(Ф.И.О.)

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата, подпись зав. кафедрой)	Внесенные изменения	Номера листов (страниц)		
			замененных	новых	аннулированных
2017/2018	№ 1 от 30.08.2017	Будущей	—	—	—