

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.О.07
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Непрерывные математические модели

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
01.04.02 Прикладная математика и информатика

направленность (профиль)
Математическое моделирование

Форма обучения: Очная

Год набора: 2022

Общая трудоемкость 4 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр		Итого
Вид занятий	Форма контроля	
Лекции	8	8
Лабораторные	-	-
Практические	16	16
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР	-	-
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	24,35	24,35
Самостоятельная работа	84	84
Контроль	35,65	35,65
Итого	144	144

Рабочую программу составил(и):
Профессор кафедры «Прикладная математика и информатика», доцент,
д.ф.-м.н. С.В. Талалов

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☐

Отсутствует

☐

Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана
направления подготовки

01.04.02 Прикладная математика и информатика

Срок действия программы дисциплины до «31» августа 2024 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры «Прикладная математика и информатика»

(протокол заседания №2 от «15» сентября 2021г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов знаний о современных методах и подходах к математическому моделированию процессов и систем в непрерывных средах.

Задачи:

1. Освоить математический аппарат, необходимый для построения математических моделей;
2. Получить навыки компьютерного исследования математических моделей в непрерывных средах.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Математическое и компьютерное моделирование 2, Производственная практика (научно-исследовательская работа) 2, Производственная практика (научно-исследовательская работа) 3.

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ОПК – 3 Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Демонстрирует знания методов и принципов математического моделирования	Знать: принципы построения и использования математических моделей сред, втекающих в задачах медицинской диагностики
	ОПК-3.2 Анализирует проблемы профессиональной деятельности, требующие использования современных научных исследований на основе математики.	Уметь: применять и модифицировать математические модели области медицинской диагностики
	ОПК-3.3 Демонстрирует умения математического моделирования различных явлений и процессов	Владеть: навыками математического моделирования процессов и систем в задачах медицинской диагностики

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Основные понятия математического моделирования. Простейшие модели в сплошных (непрерывных) средах	Лек	Тема 1. Основные понятия математического моделирования. Классификация моделей. Способы построения конкретных реалистических моделей. Пример: волновое уравнение в механике сплошной среды.	3	1	-	-	
	Лек	Тема 2. Динамика материальной точки: уравнения Гамильтона, фазовая плоскость и фазовая траектория. Линейные и нелинейные колебания. Приближенные решения. Необходимость контроля энергии. Способы уменьшения погрешности вычислений. Одношаговые и N-шаговые методы. Модели молекулярной динамики.	3	1	-	-	
	Лек	Тема 3. Простейшие модели волновых процессов . Начально-краевая задача для 2D волнового уравнения с граничными условиями общего вида. Спектр колебаний конечной струны. Качественный анализ спектра колебаний струны с граничными условиями общего вида и составление алгоритма программы его нахождения.	3	2	-	-	
	Пр	Практическая работа № 1. Построение фазового портрета системы, совершающей гармонические колебания. Реализация численных алгоритмов, позволяющих осуществлять контроль энергии Практическая работа № 2. Нахождение спектра колебаний конечной струны с заданной точностью при заданных граничных условиях	3	8	-	-	Отчеты по практическим работам №1-2
	Ср	Темы модуля 1	3	42	-	-	
Модуль 2. Исследование сложных математических моделей в сплошных (непрерывных) средах	Лек	Тема 4. Гамильтоновы динамические системы общего вида. Фазовый портрет динамической системы. Особые точки динамической системы. Виды особых точек. . Понятие о теории бифуркаций. Элементы хаотической динамики. Странные аттракторы.	3	4	-	-	-

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр	Практическая работа № 3 . Моделирование бифуркации цикла при движении груза на ленте.	1	8	-	-	Отчеты по практической работе № 3.
	Ср	Темы модуля 2	1	42	-	-	
	ПА		1	0,35	-	-	
	Контроль	-	1	35,65			
	ПА		1				
				144			

5. Образовательные технологии.

Используются традиционные технологии: чтение лекций, проведение практических занятий в компьютерном классе.

6. Методические указания по освоению дисциплины.

Необходимо внимательно и регулярно изучать лекционный материал, работать с рекомендованной литературой.

Необходимо также самостоятельно работать над выполнением практических заданий дома. На очных занятиях с преподавателем демонстрируется результат, отлаживаются программы, проводятся консультации по работам.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр ¹	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства ²
3	ОПК-3	Тестовые задания №. 1- 3 Вопросы к экзамену №... 1 - 47

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Комплект разноуровневых задач и заданий.

(наименование оценочного средства)

¹ Если дисциплина реализуется несколько семестров, то семестры указываются в одной таблице по порядку.

² Указываются оценочные средства для каждой компетенции в соответствии с Разделом 4 (примечание: не каждую компетенцию можно проверить вопросом к зачету/экзамену, т.е. не по каждой компетенции могут быть указаны вопросы к зачету/экзамену; однако все вопросы к зачету/экзамену в совокупности должны быть указаны в графе «Наименование оценочного средства»).

Типовой(ые) пример(ы) задания(ий)

Практическая работа № 1. Построение фазового портрета системы, совершающей гармонические колебания.

Типовой пример задания

Построить фазовый портрет колеблющегося на пружине с жесткостью K груза массы M . Исследовать, задачу численно, сравнить с точным решением. Применить алгоритмы контроля энергии системы.

Критерии оценки:

Зачтено - Представлена действующая программа на языке Python 3.X. При запуске и пользовательском вводе начальных данных программа должна: 1. Выводить фазовую траекторию при точном решении; 2. Выводить фазовую траекторию при численном решении, с применением алгоритмов контроля энергии и без.

Не зачтено – программа не представлена либо не работает/не выводит требуемых величин.

Практическая работа № 2. Нахождение спектра колебаний конечной струны с заданной точностью при заданных граничных условиях

Критерии оценки:

Зачтено - Представлена действующая программа на языке Python 3.X. При запуске и пользовательском вводе граничных условий и требуемой точности вычислений программа должна: 1. Выводить собственные числа краевой задачи и число M , вплоть до которого при заданной точности необходимо вычислять собственные числа.

Не зачтено – программа не представлена либо не работает/не выводит требуемых величин.

Практическая работа № 3 . Моделирование бифуркации цикла при движении груза на ленте.

Критерии оценки:

Зачтено - Представлена действующая программа на языке Python 3.X. При запуске и пользовательском вводе данных задачи программа должна: 1. Выводить фазовый портрет траектории, демонстрирующий наличие предельного цикла.

Не зачтено – программа не представлена либо не работает/не выводит требуемых величин.

Письменные работы не предусмотрены.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 3

№ п/п	Вопросы к экзамену
1	Основные понятия математического моделирования.
2	Классификация математических моделей.
3	Способы построения конкретных моделей.
4	Роль законов природы в построении математических моделей.
5	Пример математической модели: малые упругие колебания сплошной среды.
6	Непрерывные математические модели. Примеры.
7	Дискретные математические модели. Примеры.
8	Линейные математические модели. Примеры.
9	Нелинейные математические модели. Примеры.
10	Подходы к анализу нелинейных моделей.
11	Математические модели динамики: подход Лагранжа-Эйлера.
12	Математические модели динамики: уравнения Гамильтона.
13	Функция Гамильтона, ее роль при моделировании механических систем.
14	Фазовое пространство в моделях механики.
15	Фазовая траектория, качественный анализ поведения системы.
16	Приближенные решения. Необходимость контроля энергии.
17	Основные идеи численной схемы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.
18	Корректирующие алгоритмы.
19	Метод молекулярной динамики (ММД), основные положения.
20	Различные потенциалы взаимодействия в ММД. Потенциалы Борна- Майера, Леннарда – Джонса.
21	Погрешности вычислений при моделировании непрерывных процессов. Различные типы погрешностей.
22	Способы уменьшения погрешности вычислений.
23	Одношаговые и N-шаговые методы.

№ п/п	Вопросы к экзамену
24	Алгоритм Верле.
25	Начально-краевая задача для 2D волнового уравнения с граничными условиями общего вида.
26	Алгоритм нахождения спектра колебаний струны
27	Спектр колебаний конечной струны с закрепленными концами
28	Спектр колебаний конечной струны со свободными концами
29	Качественный анализ спектра колебаний струны с граничными условиями общего вида и составление алгоритма программы его нахождения.
30	Дать определение гамильтоновой динамической системы. Привести примеры гамильтоновых динамических систем.
31	Что такое обобщенные координаты и импульсы динамической системы?
32	Дать определение «наблюдаемой величины» для гамильтоновой динамической системы. Привести примеры.
33	Что такое скобки Пуассона? Записать уравнение, определяющее эволюцию произвольной наблюдаемой в гамильтоновой динамической системе.
34	Дать общее определение динамической системы. Привести примеры непрерывных динамических систем.
35	Что такое особая точка динамической системы? Дать классификацию особых точек динамической системы.
36	Дать определение устойчивого (по Ляпунову) решения динамической системы.
37	Привести общий вид решения линейной динамической системы с периодическими коэффициентами (теорема Флоке)
38	Какие особенности поведения динамических систем возникают при наличии управляющих параметров? Дать определение бифуркации динамической системы.
39	Что такое бифуркация рождения цикла?
40	Привести примеры реализуемых на практике динамических систем, демонстрирующих бифуркацию рождения цикла.
41	Дать определение хаотического поведения динамической системы.
42	Что такое странный аттрактор?
43	Виды систем, в которых может возникать динамический хаос. Примеры.

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
3	экзамен	«отлично»	Ставится студенту на экзамене, если он исчерпывающе и грамотно дал ответы на вопросы экзаменационного билета или при ответе допустил небольшую неточность на 1 вопрос, но при этом смог грамотно ответить на дополнительные вопросы ту, проявившему полные знания в рамках требований подготовки по дисциплине, усвоившему литературу, рекомендуемую программой и показавшему систематический характер знаний. В изложении материала и ответах на дополнительные вопросы допускаются небольшие неточности
		«хорошо»	Ставится студенту на экзамене, если он исчерпывающе и грамотно дал ответ на 1 вопрос экзаменационного билета, а на другой только тезисные высказывания или допустил небольшие неточности при ответе на вопросы экзаменационного билета и дал краткие ответы на дополнительные вопросы
		«удовлетворительно»	Ставится студенту на экзамене, если он не смог дать ответ на один из вопросов экзаменационного билета или ответил на все вопросы, но при этом ответы содержали только тезисные высказывания
		«неудовлетворительно»	Ставится студенту на экзамене, если он не дал ответ на вопросы экзаменационного билета или в ответе содержались фундаментальные ошибки

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Трухин М.П.	Моделирование сигналов и систем. Основы разработки компьютерных моделей систем и сигналов. - 212 с.	учебное пособие	2019	ЭБС "Лань"
2	Слабнов В.Д.	Численные методы	Учебник	2020	ЭБС "Лань"
3	Алдошин Г.Т.	Аналитическая динамика и теория колебаний. - 256 с.	учебное пособие	2018	ЭБС "Лань"

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Юмагулов, М.Г.	Введение в теорию динамических систем. - 272 с	учебное пособие	2015	ЭБС «Лань».
2	Голубева, Н.В.	Математическое моделирование систем и процессов.. — 192 с.	учебное пособие	2013	ЭБС «Лань»

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

– Web of Science[Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: ClarivateAnalytics, 2016– . – Режим доступа : apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004– . – Режим доступа : scopus.com. – Загл. С экрана. – Яз. рус., англ.

Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000– . – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	<p>Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (УЛК-408)</p>	<p>Компьютер (монитор 17", системный блок Intel (R) Celeron (R) 2,66 GHz / 1 Gb / 80 Gb), маршрутизатор 2801 Router, коммутатор Catalyst, экран/интерактивная доска Smart Board TV, проектор Acer P1303W., стол преподавательский, стол ученический, стол компьютерный, стул, доска аудиторная (маркерная).</p>
	<p>Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (Г-401)</p>	<p>Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет</p>

