

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 и видам занятий (по учебному плану)

Семестр	3	Итого
Вид занятий \ Форма контроля	экзамен	
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 ПМИ, д.ф.-м..н., доцент С.В. Талалов.

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

(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 ВПО и учебного плана направления подготовки (специальности)

01.04.02 Прикладная математика и информатика

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

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Прикладная математика и информатика»

(протокол заседания № 2 от «15» 09 2021 г.).

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.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: Современные проблемы прикладной математики и информатики

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: 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: методы и принципы математического моделирования Уметь: строить математические модели явлений и процессов в области деятельности Владеть: математическим аппаратом, необходимым для построения математических моделей.
	ОПК – 3.2 Анализирует проблемы профессиональной деятельности, требующие использования современных научных исследований на основе математики.	Знать: проблемы профессиональной деятельности, требующие использования современных научных исследований на основе математики. Уметь: анализировать проблемы профессиональной деятельности, требующие использования современных научных исследований на основе математики. Владеть: методами анализа проблем профессиональной деятельности, требующих использования современных научных исследований на основе математики.

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
	ОПК – 3.3 Демонстрирует умения математического моделирования различных явлений и процессов	Знать: принципы иерархического подхода к математическому моделированию различных явлений и процессов Уметь: строить математические модели явлений и процессов Владеть: навыками математического моделирования различных явлений и процессов

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. Модели динамики материальной точки: уравнения Гамильтона, фазовая плоскость и фазовая траектория. Понятие о	3	1	-	-	
	Пр	Практическая работа № 1. Построение фазового портрета системы, совершающей гармонические колебания. Реализация численных алгоритмов.	3	4			Отчеты по практической работе № 1
	Лек	Тема 2. 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	1	-	-	
	Пр	Практическая работа № 2. Нахождение спектра колебаний конечной струны с заданной точностью при заданных граничных условиях	3	4	-	-	Отчеты по практической работе № 2
	Лек	Тема 3. Математические модели, приводящие к интегральным уравнениям. Распространение тепла в одном измерении. Функция Грина; различные краевые условия. Алгоритмы получения численных результатов. Модели в теории распространения сигналов. Идеальная линейная фильтрация. Проблема определения входного сигнала по выходному. Некорректность задачи, ее причины. Алгоритмы, приводящие к улучшению корректности.	3	2			
	Ср	Темы модуля 1	3	40	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 2. Нелинейные модели. Математические модели распространения волн в различных средах.	Лек	Тема 4. Простейшие нелинейные модели. Осциллирующие системы с нелинейным поведением. Модели динамики популяций. Модель хищник – жертва. Осциллятор вандер Поля.	3	1	-	-	-
	Лек.	Тема 5. Гамильтоновы динамические системы общего вида. Фазовый портрет динамической системы. Особые точки динамической системы. Виды особых точек. . Понятие о теории бифуркаций. Движение груза на ленте.	3	2			
	Пр	Практическая работа № 3 . Моделирование бифуркации цикла при движении груза на ленте.	3	2			
	Лек	Тема 6 Моделирование процессов распространения малых отклонений от равновесных значений характеристик реальных (3D) сред. Моделирование волн в средах с дисперсией.	3	1			
	Пр	Практическая работа № 4. Моделирование процесса идеальной линейной фильтрации	3	2	-	-	Отчет по практической работе № 4
	Ср	Темы модуля 2	3	44	-	-	
	ПА		1	0,35	-	-	
	Контроль		1	35,65			
Итого:				144	-		

5. Образовательные технологии

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

6. Методические указания по освоению дисциплины

Для освоения дисциплины необходимо изучить теоретический материал, который излагается в лекционном курсе. При необходимости можно обращаться к литературе, указанной в программе. К каждому практическому занятию необходимо изучить уже пройденный лекционный материал.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	ОПК-3	Собеседование, Разноуровневые задачи и задания. Вопросы к экзамену № 1 – 60.

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

7.2.1. Собеседование

Типовой(ые) пример(ы) задания(ий)

Что такое математическая модель?

Приведите примеры математической модели какого либо явления, процесса.

Что такое компьютерная модель?

7.2.2. Комплект разноуровневых задач и заданий.

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.

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

Типовой пример задания

Найти спектр колебаний струны длины L , один конец которой жестко закреплен, а другой конец свободен от связей.

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

Типовой пример задания

Дан груз массы m , который находится на движущемся транспортере (ленте). На груз действует упругая сила с коэффициентом k и демпфирующая сила с коэффициентом c . Сила трения груза зависит от относительной скорости по заданному закону $F(v)$.

Темы письменных работ

Письменные работы не предусмотрены

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 1

№ 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 непрерывных сред: 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.

№ п/п	Вопросы к экзамену
21	Погрешности вычислений при моделировании непрерывных процессов. Различные типы погрешностей.
22	Способы уменьшения погрешности вычислений.
23	Одношаговые и N-шаговые методы. Алгоритм Верле.
24	Что такое идеальная линейная фильтрация в математической модели распространения сигнала?
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	Описать качественно поведение волнового пакета в непрерывной среде при наличии (квадратичной) нелинейности. Иллюстрировать простейшими примерами.
31	Описать качественно поведение волнового пакета в непрерывной среде при наличии в уравнении производных порядка выше 2. Иллюстрировать простейшими примерами.
32	Постановка прямых задач в моделях распространения тепла (на примере одного измерения)
33	Постановка обратных задач в моделях распространения тепла (на примере одного измерения)
34	Функция Грина уравнения теплопроводности (одно измерение, задача на всей вещественной оси)
35	Функция Грина уравнения теплопроводности (одно измерение, задача на конечном интервале)
36	Методы решения интегрального уравнения, возникающего в модели распространения тепла в тонком стержне конечной длины.
37	Что такое иерархический подход в математическом моделировании?
38	Что такое компьютерная модель явления, процесса?
39	Дать определение гамильтоновой динамической системы. Привести примеры гамильтоновых динамических систем.
40	Что такое обобщенные координаты и импульсы динамической системы?
41	Дать определение «наблюдаемой величины» для гамильтоновой динамической системы. Привести примеры.
42	Выражения для каких физических величин необходимы для построения функции Гамильтона в моделях динамических систем?
43	Дать общее определение динамической системы. Привести примеры непрерывных динамических систем.
44	Что такое особая точка динамической системы? Дать классификацию особых точек динамической системы.
45	Дать определение устойчивого (по Ляпунову) решения динамической системы.
46	Какие фазовые траектории одномерной динамической системы имеют место в случае особых точек «центр», «фокус»?
47	Какие особенности поведения динамических систем возникают при наличии управляющих параметров? Дать определение бифуркации динамической системы.
48	Что такое бифуркация рождения цикла?
49	Привести примеры реализуемых на практике динамических систем, демонстрирующих бифуркацию рождения цикла.

№ п/п	Вопросы к экзамену
50	Какими уравнениями моделируется распространение электромагнитных волн в пространстве?
51	Математическая модель планарного волновода. Прямые и обратные задачи в модели.
52	Волновое уравнение для моделирования распространения волн в трехмерном пространстве, его простейшие решения.
53	Уравнение Гельмгольца. Назвать сферу его применимости, вывести связь с волновым уравнением.
54	Математические модели распространения излучения в слоистой среде. Связь уравнения Гельмгольца и спектральной задачи Штурма – Лиувилля.
55	Модели динамики популяций. Модели Мальтуса, ее достоинства и недостатки
56	Модель хищник – жертва.
57	Модели динамики популяций. Модель Ферхюльста. Логистическая кривая.
58	Что такое дисперсионное соотношение в моделях распространения волн в непрерывных средах?
59	Что такое волноводные моды в математической модели планарного волновода?
60	Почему математические модели, приводящие к решению интегрального уравнения Фредгольма первого рода, не являются корректными по Адамару? Приведите примеры.

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
	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

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
			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.

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	2013г., № 00179-40183-81808-ААОЕМ, бессрочный
2	Microsoft Office 13	№61935138 от 28.05.2012 (бессрочный)
3	Python 3.X	Свободно распространяемое ПО

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
	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)	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 ТВ, проектор Acer P1303W., стол преподавательский, стол ученический, стол компьютерный, стул, доска аудиторная (маркерная).
	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)	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет