

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)»

УТВЕРЖДАЮ
Директор Таганрогского института
имени А.П. Чехова (филиала)
РГЭУ (РИНХ)
_____ Голобородько А.Ю.
« ____ » _____ 20__ г.

Рабочая программа дисциплины
Алгоритмы численного интегрирования и анализа устойчивости

направление 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
направленность (профиль) 44.03.05.29 Математика и Информатика

Для набора 2019, 2020, 2021, 2022 года

Квалификация
Бакалавр

КАФЕДРА **информатики****Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>. <Семестр на курсе>)	9 (5.1)		Итого	
Неделя	10 2/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	20	20	20	20
Лабораторные	20	20	20	20
Итого ауд.	40	40	40	40
Контактная работа	40	40	40	40
Сам. работа	32	32	32	32
Итого	72	72	72	72

ОСНОВАНИЕ

Учебный план утвержден учёным советом вуза от 26.04.2022 протокол № 9/1.

Программу составил(и): канд. техн. наук, доцент, Буланов Сергей Георгиевич _____

Зав. кафедрой: Тюшнякова И. А. _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	изучение элементов качественной теории дифференциальных уравнений и теории устойчивости для анализа и синтеза информационных систем и процессов, обладающих значительным научным и техническим значением
-----	--

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

УК-1.1:	Демонстрирует знание особенностей системного и критического мышления и готовности к нему
УК-1.2:	Применяет логические формы и процедуры, способен к рефлексии по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности
УК-1.3:	Анализирует источник информации с точки зрения временных и пространственных условий его возникновения
УК-1.4:	Анализирует ранее сложившиеся в науке оценки информации
УК-1.5:	Сопоставляет разные источники информации с целью выявления их противоречий и поиска достоверных суждений
УК-1.6:	Аргументированно формирует собственное суждение и оценку информации, принимает обоснованное решение
УК-1.7:	Определяет практические последствия предложенного решения задачи
ОПК-8.1:	Владеет основами специальных научных знаний в сфере профессиональной деятельности
ОПК-8.2:	Осуществляет педагогическую деятельность на основе использования специальных научных знаний и практических умений в профессиональной деятельности

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:	системный подход для решения поставленных задач, аналитические и компьютерные методы численного интегрирования и анализа устойчивости; методы анализа и синтеза дифференциальных моделей на основе специальных научных знаний.
Уметь:	использовать современные методы и технологии при анализе устойчивости систем обыкновенных дифференциальных уравнений; применять методы качественной теории дифференциальных уравнений для анализа и синтеза дифференциальных моделей на основе специальных научных знаний.
Владеть:	использовать современные методы качественной теории дифференциальных уравнений при анализе и синтезе реальных систем; анализа и синтеза дифференциальных моделей на основе компьютеризируемых критериев устойчивости.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература
	Раздел 1. Элементы качественной теории дифференциальных уравнений				
1.1	«Основные понятия теории устойчивости» История и эволюция понятия устойчивости. Понятие устойчивости по Ляпунову решения задачи Коши для системы ОДУ. Траектории понятия устойчивости в различных областях математики и ее приложений. Различные виды и определения понятия устойчивости: орбитальная, экспоненциальная, равномерная, устойчивость по начальным условиям, устойчивость в области. /Лек/	9	4	УК-1.1 ОПК-8.2	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.4
1.2	«Программная реализация разностных методов Эйлера, Эйлера-Коши, Рунге-Кутта, Адамса в Delphi» Пишется код программы, который реализует аналитическую конструкцию разностных методов. Проводится программный и численный эксперимент в условиях меняющихся систем ОДУ. /Лаб/	9	2	УК-1.2 ОПК-8.1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3

1.3	Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Поиск и сбор необходимой информации. Решение практико-ориентированных заданий. Методы численного интегрирования задачи Коши для ОДУ высокого порядка точности. Семейство методов Рунге-Кутты 7-8 порядков. Методика вывода оценок погрешности разностных методов приближенного решения ОДУ. /Ср/	9	4	УК-1.3 ОПК -8.1	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4
1.4	«Теоремы существования и единственности» Теоремы Пеано, Пикара существования и единственности решения задачи Коши для системы ОДУ. Нарушение единственности решения в случае только лишь непрерывности правой части системы ОДУ. /Лек/	9	4	УК-1.4 ОПК -8.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3
1.5	«Программная реализация анализа устойчивости решений задачи Коши в Delphi» Программно реализуются критерии устойчивости, полученные для систем ОДУ. Проводится программный и численный эксперимент в условиях меняющихся систем ОДУ. /Лаб/	9	4	УК-1.5 ОПК -8.2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.4
1.6	Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Поиск и сбор необходимой информации. Решение практико-ориентированных заданий. Качественная теория дифференциальных уравнений. Уравнения интегрируемые в квадратурах, с разделяющимися переменными. Виды и типы уравнений интегрируемых в квадратурах. Теория устойчивости решений задачи Коши. История возникновения понятия устойчивости, эволюция данного понятия. /Ср/	9	4	УК-1.6 ОПК -8.2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2
1.7	«Аналитические критерии устойчивости систем ОДУ» Линейные системы с постоянными и переменными коэффициентами. Критерий Рауса-Гурвица и Найквиста. Методы решения задачи Коши для линейных и нелинейных систем ОДУ. Функции Ляпунова. /Лек/	9	4	УК-1.7 ОПК -8.2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3
Раздел 2. Компьютеризируемые критерии устойчивости систем ОДУ					
2.1	«Разностные методы решения систем ОДУ» Разностные методы решения задачи Коши для систем ОДУ: метод Эйлера, Эйлера-Коши, семейство методов Рунге-Кутта, многошаговые интерполяционные методы Адамса. /Лек/	9	2	УК-1.2 ОПК -8.1	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3
2.2	«Компьютерные модели анализа устойчивости систем линейных ОДУ» Проводится компьютерный анализ устойчивости систем линейных ОДУ. Экспериментально устанавливается длина промежутка и шаг разностного решения, при которых получаются достоверные оценки характера устойчивости. /Лаб/	9	4	УК-1.3 ОПК -8.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.4
2.3	Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Поиск и сбор необходимой информации. Решение практико-ориентированных заданий. Различные трактовки и определения понятия устойчивости. Устойчивость решения задачи Коши в смысле Ляпунова. /Ср/	9	6	УК-1.5 ОПК -8.1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3
2.4	«Схема анализа устойчивости по Ляпунову решений задачи Коши, основанная на преобразованиях разностных методов в форму бесконечных произведений» Приводится подход к анализу устойчивости, основанный на матричных мультипликативных преобразованиях разностных схем численного интегрирования. /Лек/	9	2	УК-1.6 ОПК -8.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3

2.5	«Компьютерные модели анализа устойчивости систем нелинейных ОДУ» Выполняется программный и численный эксперимент анализа устойчивости систем нелинейных ОДУ. Проводится сравнение результатов анализа устойчивости с трактовками, полученными на основе аналитических методов. /Лаб/	9	4	УК-1.1 ОПК-8.1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3
2.6	Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Поиск и сбор необходимой информации. Решение практико-ориентированных заданий. Трудности оценки устойчивости методами качественной теории дифференциальных уравнений. Возможности и существующие подходы к компьютерному анализу устойчивости. /Ср/	9	6	УК-1.7 ОПК-8.1 ОПК-8.2	Л1.1 Л1.3Л2.3 Л2.4
2.7	«Построение компьютерных моделей анализа устойчивости решений задачи Коши для систем ОДУ в Delphi» Строятся модификации компьютерных моделей с целью выяснения различных аспектов компьютерного анализа устойчивости. Предполагается, что модели инвариантны относительно разностных схем приближенного решения, длины промежутка решения и шага решения, величины возмущения начальных данных. /Лек/	9	2	УК-1.6 ОПК-8.1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3
2.8	«Компьютерный анализ устойчивости систем Лоренца и Ресслера» Выполняется анализ устойчивости систем Лоренца и Ресслера, актуальных в прикладном аспекте. Компьютерный анализ сопровождается графическими иллюстрациями решений, фазовых портретов. /Лаб/	9	6	УК-1.5 УК-1.6 ОПК-8.2	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.4
2.9	Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Поиск и сбор необходимой информации. Решение практико-ориентированных заданий. Компьютерное моделирование устойчивости по Ляпунову решений задачи Коши для ОДУ, основанное на преобразованиях разностных методов в форму бесконечных произведений. /Ср/	9	6	УК-1.4 УК-1.5 УК-1.6	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3
2.10	«Системы ОДУ с нетривиальным поведением решений» Рассматриваются физические процессы и явления, описываемые системами типа систем Лоренца и Ресслера. Модернизируются компьютерные модели анализа устойчивости с учетом особенностей систем Лоренца и Ресслера. /Лек/	9	2	УК-1.2 ОПК-8.2	Л1.1 Л1.3Л2.3 Л2.4
2.11	Изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Поиск и сбор необходимой информации. Решение практико-ориентированных заданий. Компьютерное моделирование устойчивости сложных систем ОДУ с нетривиальным поведением решений, включающее системы с параметром, с бифуркациями, системы детерминированного хаоса. /Ср/	9	6	УК-1.3 ОПК-8.1 ОПК-8.2	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3
2.12	/Зачёт/	9	0	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 УК-1.5 УК-1.6 УК-1.7 ОПК-8.1 ОПК-8.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Структура и содержание фонда оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации представлены в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Вержбицкий, Валентин Михайлович	Основы численных методов: Учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению "Приклад. мат."	М.: Высш. шк., 2002	30
Л1.2	Бахвалов Н.С., Жидков Н.П.	Численные методы: учеб. пособие для студентов физ.-мат. специальностей высш. учеб. заведений	М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2006	30
Л1.3	Березин И. С., Жидков Н. П.	Методы вычислений	Москва: Государственное издательство физико-математической литературы, 1962	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456944 неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей

5.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Березин И. С., Жидков Н. П., Будак Б. М., Горбунов А. Д.	Методы вычислений	Москва: Государственное издательство физико-математической литературы, 1959	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456943 неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л2.2	Демидович Б. П., Марон И. А., Шувалова Э. З., Демидович Б. П.	Численные методы анализа: приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения	Москва: Главная редакция физико-математической литературы, 1967	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456948 неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л2.3	Чезари Л., Немыцкий В. В.	Асимптотическое поведение и устойчивость решений обыкновенных дифференциальных уравнений	Москва: Мир, 1964	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=464103 неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л2.4	Ярославцева, В. Я., Палинчак, Н. Ф.	Устойчивость и управление движением: методические указания и задания к самостоятельной работе	Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014	http://www.iprbookshop.ru/55667.html неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей

5.3 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

rusl.ru – Российская государственная библиотека

eLibrary.ru – Научная электронная библиотека

biblioclub.ru – Университетская библиотека онлайн

intuit.ru – Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ»

5.4. Перечень программного обеспечения

DelphiStudio

Microsoft Office

5.5. Учебно-методические материалы для студентов с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости по заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья учебно-методические материалы предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям здоровья и восприятия информации. Для лиц с нарушениями зрения: в форме аудиофайла; в печатной форме увеличенным шрифтом. Для лиц с нарушениями слуха: в форме электронного документа; в печатной форме. Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в форме электронного документа; в печатной форме.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Помещения для проведения всех видов работ, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения. Для проведения лекционных занятий используется демонстрационное оборудование. Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах, рабочие места в которых оборудованы необходимыми лицензионными программными средствами и выходом в интернет.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические указания по освоению дисциплины представлены в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины.