

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 \_\_\_\_\_ года

Квалификация  
Бакалавр

**КАФЕДРА информатики****Распределение часов дисциплины по курсам**

Курс Вид занятий	<b>5</b>		<b>6</b>		Итого	
	УП	РП	УП	РП		
Лекции	4	4			4	4
Лабораторные	2	2	2	2	4	4
Итого ауд.	6	6	2	2	8	8
Контактная работа	6	6	2	2	8	8
Сам. работа	30	30	30	30	60	60
Часы на контроль			4	4	4	4
Итого	36	36	36	36	72	72

**ОСНОВАНИЕ**

Учебный план утвержден учёным советом вуза от 29.08.2023 протокол № 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**

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

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

<b>Знать:</b>	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.
<b>Уметь:</b>	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.
<b>Владеть:</b>	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
	<b>Раздел 1. Элементы качественной теории дифференциальных уравнений</b>				
1.1	«Основные понятия теории устойчивости» История и эволюция понятия устойчивости. Понятие устойчивости по Ляпунову решения задачи Коши для системы ОДУ. Трактовки 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/	5	2	УК-1.1 УК-1.6 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/	5	2	УК-1.2 УК-1.5 ОПК-8.1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3

1.3	Изучение основной и дополнительной литературы. 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/	5	8	УК-1.2 УК-1.5 ОПК-8.2	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/	5	2	УК-1.3 УК-1.5 ОПК-8.1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3
1.5	Выполнить лабораторное задание: «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. /Ср/	5	8	УК-1.3 УК-1.6 ОПК-8.1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.4
1.6	Изучение основной и дополнительной литературы. 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/	5	8	УК-1.2 УК-1.5 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. /Ср/	5	6	УК-1.3 УК-1.7	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3
<b>Раздел 2. Компьютеризируемые критерии устойчивости систем ОДУ</b>					
2.1	«Разностные методы решения систем ОДУ» Разностные методы решения задачи Коши для систем ОДУ: метод Эйлера, Эйлера-Коши, семейство методов Рунге-Кутты, многошаговые интерполяционные методы Адамса. /Ср/	6	2	УК-1.3 УК-1.6 ОПК-8.2	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/	6	2	УК-1.4 УК-1.5 ОПК-8.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.4
2.3	Изучение 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/	6	4	УК-1.3 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. /Ср/	6	2	УК-1.5 ОПК-8.1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3

2.5	Выполнить лабораторное задание: «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. /Ср/	6	6	УК-1.1 ОПК-8.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3
2.6	Изучение 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/	6	2	УК-1.6 ОПК-8.1	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. /Ср/	6	2	УК-1.2 УК-1.4 ОПК-8.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3
2.8	Выполнить лабораторное задание: «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. /Ср/	6	4	УК-1.1 УК-1.5 ОПК-8.1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.4
2.9	Изучение 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/	6	2	УК-1.1 УК-1.6 ОПК-8.1	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. /Ср/	6	2	УК-1.2 УК-1.4 ОПК-8.2	Л1.1 Л1.3Л2.3 Л2.4
2.11	Изучение 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/	6	4	УК-1.2 УК-1.5 ОПК-8.2	Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3
2.12	/Зачёт/	6	4	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.

<b>5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b>				
<b>5.1. Основная литература</b>				
	Авторы,	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	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=456944">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=456944</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
<b>5.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы,	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	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=456943">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=456943</a> 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	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=456948">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=456948</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л2.3	Чезари Л., Немыцкий В. В.	Асимптотическое поведение и устойчивость решений обыкновенных дифференциальных уравнений	Москва: Мир, 1964	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=464103">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=464103</a> 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	<a href="http://www.iprbookshop.ru/55667.html">http://www.iprbookshop.ru/55667.html</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
<b>5.3 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>				
rsl.ru – Российская государственная библиотека				
elibrary.ru – Научная электронная библиотека				
biblioclub.ru – Университетская библиотека онлайн				
intuit.ru – Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ»				
<b>5.4. Перечень программного обеспечения</b>				
DelphiStudio				
Microsoft Office				
<b>5.5. Учебно-методические материалы для студентов с ограниченными возможностями здоровья</b>				
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.				
<b>6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>				

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.