|  |
| --- |
| Министерство науки и высшего образования Российской ФедерацииФедеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)» |
|  | УТВЕРЖДАЮДиректор 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 2021, 2022 года |
|  |  |
| КвалификацияБакалавр |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | стр. 2 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | КАФЕДРА |  | **информатики** |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | **Распределение часов дисциплины по курсам** |  |  |  |  |
|  | Курс | **4** | **5** | Итого |  |  |  |  |
|  | Вид занятий | УП | РП | УП | РП |  |  |  |  |
|  | Лекции | 4 | 4 |  |  | 4 | 4 |  |  |  |  |
|  | Лабораторные | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 |  |  |  |  |
|  | Итого ауд. | 6 | 6 | 2 | 2 | 8 | 8 |  |  |  |  |
|  | Кoнтактная рабoта | 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 26.04.2022 протокол № 9/1.Программу составил(и): канд. техн. наук, доцент, Буланов Сергей Георгиевич \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Зав. кафедрой: Тюшнякова И. А. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  | стр. 3 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **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** |
| **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** |
| **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** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **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** | **Компетен-****ции** | **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. 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/ | 4 | 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/ | 4 | 2 | УК-1.2 УК- 1.5 ОПК-8.1 | Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.3 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  | стр. 4 |
| 1.3 | Изучение основной и дополнительной литературы.Методы численного интегрирования задачи Коши для ОДУ высокого порядка точности. Семейство методов Рунге-Кутта 7-8 порядков.Методика вывода оценок погрешности разностных методов приближенного решения ОДУ. /Ср/ | 4 | 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 лишьнепрерывности правой части системы ОДУ./Лек/ | 4 | 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/ | 4 | 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/ | 4 | 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/ | 4 | 6 | УК-1.3 УК- 1.7 | 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./Ср/ | 5 | 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/ | 5 | 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/ | 5 | 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/ | 5 | 2 | УК-1.5 ОПК -8.1 | Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  | стр. 5 |
| 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/ | 5 | 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/ | 5 | 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/ | 5 | 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/ | 5 | 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/ | 5 | 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/ | 5 | 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/ | 5 | 4 | УК-1.2 УК- 1.5 ОПК-8.2 | Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3 |
| 2.12 | /Зачёт/ | 5 | 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. |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | стр. 6 |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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.r u/55667.html неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей |
| **5.3 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы** |
| rsl.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)** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | стр. 7 |
| 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. |