|  |  |
| --- | --- |
| 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 2021, 2022 года | |
|  |  |
| Квалификация  Бакалавр | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | | | | | |  |  |  | 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 лишь  непрерывности 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. | | |