|  |
| --- |
|  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 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  УП: 44.03.05.29-18-5-МИ.plx |  |  |  стр. 2 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  КАФЕДРА |  |  **информатики** |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  **Распределение часов дисциплины по семестрам** |  |  |  |  |
|  |  Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) |  **10 (5.2)** |  Итого |  |  |  |  |
|  |  Недель |  10 2/6 |  |  |  |  |
|  |  Вид занятий |  УП |  РП |  УП |  РП |  |  |  |  |
|  |  Лекции |  14 |  14 |  14 |  14 |  |  |  |  |
|  |  Лабораторные |  22 |  22 |  22 |  22 |  |  |  |  |
|  |  Итого ауд. |  36 |  36 |  36 |  36 |  |  |  |  |
|  |  Кoнтактная рабoта |  36 |  36 |  36 |  36 |  |  |  |  |
|  |  Сам. работа |  36 |  36 |  36 |  36 |  |  |  |  |
|  |  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. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  УП: 44.03.05.29-18-5-МИ.plx |  |  |  |  |  |  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-2:способностью осуществлять обучение, воспитание и развитие с учетом социальных, возрастных, психофизических и индивидуальных особенностей, в том числе особых образовательных потребностей обучающихся** |
|  **ПК-2:способностью использовать современные методы и технологии обучения и диагностики** |
|  **СК-8:готовностью применять знания теоретической информатики, фундаментальной и прикладной математики для анализа и синтеза информационных систем и процессов** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  **В результате освоения дисциплины обучающийся должен:** |
|  **Знать:** |
|  психофизические и индивидуальные особенности обучающихся; современные методы и технологии обучения и диагностики; методы прикладной математики для анализа и синтеза информационных систем и процессов; |
|  **Уметь:** |
|  осуществлять обучение, воспитание и развитие с учетом социальных, возрастных особенностей обучающихся; использовать современные методы и технологии обучения и диагностики при анализе устойчивости систем обыкновенных дифференциальных уравнений; применять методы качественной теории дифференциальных уравнений для анализа и синтеза информационных систем и процессов; |
|  **Владеть:** |
|  по воспитанию и развитию с учетом социальных, возрастных, психофизических и индивидуальных особенностей обучающихся; использовать современные методы и технологии обучения при анализе и синтезе реальных систем; анализа и синтеза информационных систем и процессов на основе 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/ |  10 |  2 |  ОПК-2 СК- 8 |  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/ |  10 |  4 |  ПК-2 |  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-Кутта 7-8 порядков. Методика вывода оценок погрешности разностных методов приближенного решения ОДУ. /Ср/ |  10 |  6 |  ОПК-2 СК- 8 |  Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  УП: 44.03.05.29-18-5-МИ.plx |  |  |  |  |  |  стр. 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/ |  10 |  2 |  ПК-2 СК-8 |  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/ |  10 |  4 |  ПК-2 СК-8 |  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/ |  10 |  6 |  ОПК-2 СК- 8 |  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/ |  10 |  2 |  ПК-2 СК-8 |  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/ |  10 |  2 |  СК-8 |  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/ |  10 |  4 |  ОПК-2 ПК- 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/ |  10 |  6 |  ОПК-2 СК- 8 |  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/ |  10 |  2 |  ОПК-2 ПК- 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/ |  10 |  4 |  ОПК-2 СК- 8 |  Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  УП: 44.03.05.29-18-5-МИ.plx |  |  |  |  |  |  |  |  стр. 5 |
|  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/ |  10 |  6 |  ПК-2 СК-8 |  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/ |  10 |  2 |  ОПК-2 СК- 8 |  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/ |  10 |  6 |  ПК-2 СК-8 |  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/ |  10 |  6 |  ОПК-2 ПК- 2 |  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/ |  10 |  2 |  ПК-2 СК-8 |  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/ |  10 |  6 |  ОПК-2 ПК- 2 |  Л1.1 Л1.3Л2.2 Л2.3 |
|  2.12 |  /Зачёт/ |  10 |  0 |  ОПК-2 ПК- 2 СК-8 |  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 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  УП: 44.03.05.29-18-5-МИ.plx |  |  |  |  стр. 6 |
|  |  Авторы, составители |  Заглавие |  Издательство, год |  Колич-во |
|  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)** |
|  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. |