|  |  |
| --- | --- |
| 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**  **Компьютерный анализ устойчивости** | |
|  |  |
| направление 09.04.03 Прикладная информатика  направленность (профиль) 09.04.03.02 Информационные системы и анализ больших данных | |
|  |  |
| Для набора \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ года | |
|  |  |
| Квалификация  Магистр | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 09.04.03.02-22-1-ПИG.plx | | | | | | | |  |  |  | стр. 2 | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | КАФЕДРА |  | **информатики** | | | | | | | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | **Распределение часов дисциплины по семестрам** | | | | | | | |  |  |  |  |
|  | Семестр  (<Курс>.<Семестр на курсе>) | | | **4 (2.2)** | | Итого | | |  |  |  |  |
|  | Недель | | | 10 4/6 | |  |  |  |  |
|  | Вид занятий | | | УП | РП | УП | РП | |  |  |  |  |
|  | Лекции | | | 16 | 16 | 16 | 16 | |  |  |  |  |
|  | Лабораторные | | | 20 | 20 | 20 | 20 | |  |  |  |  |
|  | Итого ауд. | | | 36 | 36 | 36 | 36 | |  |  |  |  |
|  | Кoнтактная рабoта | | | 36 | 36 | 36 | 36 | |  |  |  |  |
|  | Сам. работа | | | 72 | 72 | 72 | 72 | |  |  |  |  |
|  | Итого | | | 108 | 108 | 108 | 108 | |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | **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: 09.04.03.02-22-1-ПИG.plx | | |  |  |  |  |  | стр. 3 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ** | | | | | | | | |
| 1.1 | изучение подходов к анализу устойчивости дифференциальных моделей на основе методов качественной теории и компьютерно-ориентированных критериев устойчивости на основе преобразований разностных схем численного интегрирования | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ** | | | | | | | | |
| **ПКР-1.1:Уметь проводить научные эксперименты** | | | | | | | | |
| **ПКР-1.2:Владеть навыками оценки результатов исследований** | | | | | | | | |
| **ОПК-7.1:Знать логические методы и приемы научного исследования; методологические принципы современной науки, направления, концепции, источники знания и приемы работы с ними; основные особенности научного метода познания; программно-целевые методы решения научных проблем; основы моделирования управленческих решений; динамические оптимизационные модели; математические модели оптимального управления для непрерывных и дискретных процессов, их сравнительный анализ; многокритериальные методы принятия решений;** | | | | | | | | |
| **ОПК-7.2:Уметь осуществлять методологическое обоснование научного исследования;** | | | | | | | | |
| **ОПК-4.1:Знать новые научные принципы и методы исследований;** | | | | | | | | |
| **ОПК-4.2:Уметь применять на практике новые научные принципы и методы исследований;** | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **В результате освоения дисциплины обучающийся должен:** | | | | | | | | |
| **Знать:** | | | | | | | | |
| научные принципы и методы исследований в математическом моделировании и теории устойчивости;  методы научных исследований и математического моделирования в области анализа устойчивости;  методы оценки результатов исследований; | | | | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | | | | |
| применять на практике методы математического моделирования и анализа устойчивости;  использовать методы научных исследований и математического моделирования при исследовании характера устойчивости;  проводить научные эксперименты; | | | | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | | | | |
| применять на практике новые научные принципы и методы математического моделирования при исследовании устойчивости;  использовать методы научных исследований и математического моделирования при анализе устойчивости дифференциальных моделей;  оценивать результаты научных экспериментов и исследований. | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **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 | | «Разностные методы решения систем ОДУ»  Метод Эйлера, Эйлера-Коши, семейство методов Рунге- Кутта. /Лек/ | | 4 | 2 | ОПК-4.1 ПКР-1.1 | Л1.1 Л2.5Л1.2 Л1.1 Л2.6 | |
| 1.2 | | «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/ | | 4 | 6 | ОПК-4.2 ОПК-7.2 | Л1.2 Л1.1Л2.4 Л2.5 | |
| 1.3 | | «Программная реализация разностных методов Эйлера, Эйлера- Коши, Рунге-Кутта в Delphi»  Пишется код программы, который реализует аналитическую конструкцию разностных методов. Проводится программный и численный эксперимент в условиях меняющихся систем ОДУ.  /Лаб/ | | 4 | 4 | ОПК-4.1 ПКР-1.2 | Л1.2 Л1.1Л2.3 Л2.5 | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 09.04.03.02-22-1-ПИG.plx | |  |  |  |  |  | стр. 4 |
| 1.4 | «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 | 6 | ОПК-7.2 ПКР-1.2 | Л1.1 Л1.1Л2.3 Л2.6 | |
| 1.5 | «Разностные методы решения систем ОДУ»  Многошаговые интерполяционные методы. Метод Адамса. /Лек/ | | 4 | 2 | ОПК-4.1 ОПК-4.2 | Л1.2 Л1.1Л2.3 Л2.4 | |
| 1.6 | «Качественная теория дифференциальных уравнений. Уравнения интегрируемые в квадратурах, с разделяющимися переменными. Виды и типы уравнений интегрируемых в квадратурах»  /Ср/ | | 4 | 6 | ОПК-7.1 ПКР-1.1 | Л1.1 Л1.1Л2.4 Л2.5 | |
| 1.7 | «Программная реализация метода Адамса в Delphi»  Пишется код программы, который реализует аналитическую конструкцию метода. Проводится программный и численный эксперимент в условиях меняющихся систем ОДУ. /Лаб/ | | 4 | 4 | ОПК-7.2 ПКР-1.1 | Л1.2 Л1.1Л2.4 Л2.5 | |
| 1.8 | «Аналитические критерии устойчивости систем ОДУ»  /Ср/ | | 4 | 6 | ОПК-4.2 ОПК-7.2 | Л1.2 Л1.1Л2.3 Л2.5 | |
| 1.9 | «Основные понятия теории устойчивости»    /Лек/ | | 4 | 2 | ОПК-7.1 ПКР-1.1 | Л1.1 Л1.1Л2.4 Л2.6 | |
| 1.10 | «Методы решения задачи Коши для линейных и нелинейных систем ОДУ» /Ср/ | | 4 | 6 | ОПК-7.1 ПКР-1.1 | Л1.2 Л1.1Л2.5 Л2.6 | |
| 1.11 | «Компьютерная реализация анализа устойчивости решений задачи Коши в Delphi»  Выполняется реализация критериев устойчивости, полученные для систем ОДУ.  Проводится программный и численный эксперимент в условиях меняющихся систем ОДУ. /Лаб/ | | 4 | 4 | ПКР-1.1 ПКР-1.2 | Л1.1 Л1.1Л2.5 Л2.6 | |
| 1.12 | «Линейные системы с постоянными и переменными коэффициентами. Критерий Рауса-Гурвица и Найквиста»  /Ср/ | | 4 | 6 | ОПК-7.2 ПКР-1.2 | Л1.1 Л1.1Л2.3 Л2.4 | |
| 1.13 | «Понятие устойчивости по Ляпунову решения задачи Коши для системы ОДУ»  Трактовки понятия устойчивости в различных областях математики и ее приложений.  /Лек/ | | 4 | 2 | ОПК-4.2 ОПК-7.1 | Л1.2 Л1.1Л2.3 Л2.6 | |
| 1.14 | «Методика вывода оценок погрешности разностных методов приближенного решения ОДУ» /Ср/ | | 4 | 6 | ОПК-4.1 ОПК-7.2 | Л1.2 Л1.1Л2.5 Л2.6 | |
|  | **Раздел 2. Компьютеризируемые критерии устойчивости дифференциальных моделей** | |  |  |  |  | |
| 2.1 | «Различные виды и определения понятия устойчивости»  Орбитальная, экспоненциальная, равномерная, устойчивость по начальным условиям, устойчивость в области.  /Лек/ | | 4 | 2 | ОПК-4.1 ОПК-7.1 | Л1.1 Л1.1Л2.4 Л2.5 | |
| 2.2 | «Методы численного интегрирования задачи Коши для ОДУ высокого порядка точности. Семейство методов Рунге-Кутта 7-8 порядков. Методы Бутчера и Дормана-Принса» /Ср/ | | 4 | 6 | ОПК-4.2 ОПК-7.2 | Л1.1 Л1.1Л2.3 Л2.6 | |
| 2.3 | «Теоремы существования и единственности»    /Лек/ | | 4 | 2 | ОПК-4.2 ОПК-7.2 | Л1.2 Л1.1Л2.4 Л2.5 | |
| 2.4 | «Функции Ляпунова» /Ср/ | | 4 | 8 | ОПК-4.1 ПКР-1.1 | Л1.2 Л1.1Л2.4 Л2.6 | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 09.04.03.02-22-1-ПИG.plx | | | |  |  |  |  |  |  |  | стр. 5 |
| 2.5 | | «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/ | | | | 4 | 4 | ОПК-4.1 ПКР-1.1 | | Л1.2 Л1.1Л2.4 Л2.6 | |
| 2.6 | | «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/ | | | | 4 | 4 | ОПК-4.1 ПКР-1.1 | | Л1.1 Л1.1Л2.4 Л2.5 | |
| 2.7 | | «Теоремы Пеано, Пикара существования и единственности решения задачи Коши для системы ОДУ» /Лек/ | | | | 4 | 2 | ОПК-4.1 ПКР-1.1 | | Л1.2 Л1.1Л2.4 Л2.6 | |
| 2.8 | | «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/ | | | | 4 | 4 | ОПК-7.1 ПКР-1.2 | | Л1.2 Л1.1Л2.4 Л2.5 | |
| 2.9 | | «Нарушение единственности решения в случае только лишь  непрерывности правой части системы ОДУ»  /Лек/ | | | | 4 | 2 | ОПК-7.2 ПКР-1.1 | | Л1.1 Л1.1Л2.4 Л2.6 | |
| 2.10 | | «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.  /Лаб/ | | | | 4 | 4 | ОПК-4.2 ПКР-1.1 | | Л1.1 Л1.1Л2.4 Л2.5 | |
| 2.11 | | «Компьютерный анализ устойчивости систем Ферхюльста, Матье, Дюффинга, Самуэльсона-Хикса, Кюрасао»  Выполняется анализ устойчивости систем Ферхюльста, Матье, Дюффинга, Самуэльсона-Хикса, Кюрасао, актуальных в прикладном аспекте. Компьютерный анализ сопровождается графическими иллюстрациями решений, фазовых портретов.    /Ср/ | | | | 4 | 4 | ОПК-7.2 ПКР-1.2 | | Л1.2 Л1.1Л2.3 Л2.6 | |
| 2.12 | | /Зачёт/ | | | | 4 | 4 | ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-7.1 ОПК-7.2 ПКР-1.1 ПКР-1.2 | | Л1.2 Л1.1 Л1.1Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **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 | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 09.04.03.02-22-1-ПИG.plx | | |  |  |  | стр. 6 |
|  | Авторы, составители | Заглавие | | Издательство, год | Колич-во | |
| Л1.1 | 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 | Вержбицкий, Валентин Михайлович | Основы численных методов: Учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению "Приклад. мат." | | М.: Высш. шк., 2002 | 30 | |
| Л2.2 | Бахвалов Н.С., Жидков Н.П. | Численные методы: учеб. пособие для студентов физ.-мат. специальностей высш. учеб. заведений | | М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2006 | 30 | |
| Л2.3 | 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 | |
| Л2.4 | 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 | |
| Л2.5 | 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 | |
| Л2.6 | 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** | | | | | | |
| 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. | | | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 09.04.03.02-22-1-ПИG.plx |  | стр. 7 |
|  |  |  |
| **7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | |
| Методические указания по освоению дисциплины представлены в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. | | |