|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Autogenerated | | | | |  |  |  |  |  |  |  |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  «МИРЭА – Российский технологический университет» | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Институт информационных технологий** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | УТВЕРЖДАЮ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Директор ИИТ | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Зуев А.С. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г. | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины (модуля) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Моделирование динамических систем** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра прикладной математики** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **09.03.03 Прикладная информатика** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Управление данными** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Квалификация | | | | |  |  |  | **бакалавр** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Форма обучения | | | | |  |  |  | **очная** | | | | | | | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Общая трудоемкость | | | |  |  |  |  | **3 з.е.** | | | | | | | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Распределение часов дисциплины и форм промежуточной аттестации по семестрам** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Семестр | | Зачётные единицы | Распределение часов | | | | | | | | | | | | | | | Формы промежуточной аттестации | | |  |
| Всего | Лекции | | | | Лабораторные | | | Практические | Самостоятельная работа | | Контактная работа в период практики и (или) аттестации | | | Контроль |  |
| 4 | | 3 | 108 | 32 | | | | 0 | | | 32 | 26 | | 0,25 | | | 17,75 | Зачет | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 09.03.03\_УД\_ИИТ\_2021.plx | |  |  | стр. 2 |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *д-р техн. наук, профессор, Кузьмин В.И. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| *канд. техн. наук, доцент, Ледовская Е.В. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Моделирование динамических систем** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| разработана в соответствии с ФГОС ВО: | | |  |  |
| Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 922) | | | | |
|  |  |  |  |  |
| составлена на основании учебного плана: | | |  |  |
| направление: 09.03.03 Прикладная информатика  направленность: «Управление данными» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра прикладной математики** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 25.08.2021 № 176    Зав. кафедрой Дзержинский Р.И. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 09.03.03\_УД\_ИИТ\_2021.plx | |  |  | стр. 3 |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра прикладной математики** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2022 г. № \_\_    Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  | | **Подпись Расшифровка подписи** | |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра прикладной математики** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2023 г. № \_\_    Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра прикладной математики** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_    Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра прикладной математики** | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  | Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_    Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  |  | **Подпись Расшифровка подписи** | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 09.03.03\_УД\_ИИТ\_2021.plx | | | |  | стр. 4 |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Моделирование динамических систем» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций. предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика с учетом специфики направленности подготовки – «Управление данными». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 09.03.03 Прикладная информатика | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Управление данными | | |
|  |  |  |
|  | Блок: |  | Дисциплины (модули) | | |
|  |  |  |
|  | Часть: |  | Часть, формируемая участниками образовательных отношений | | |
|  |  |  |
|  | Общая трудоемкость: |  | 3 з.е. (108 акад. час.). | | |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть компетенциями: | | | | | |
| **ПК-2** - Способен выполнять концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба сложности в целях решения задач управления данными | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-2 : Способен выполнять концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба сложности в целях решения задач управления данными** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-2.5 : Выполняет применение методов математического моделирования с целью подготовки к концептуальному, функциональному и логическому проектированию систем среднего и крупного масштаба сложности** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - методы математического моделирования с использованием дифференциальных и разностных уравнений | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - применять решение дифференциальных и разностных уравнений при проектировании систем среднего и крупного масштаба сложности | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - методами математического моделирования и анализа устойчивости систем дифференциальных и разностных уравнений | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | |
| - методы математического моделирования с использованием дифференциальных и разностных уравнений | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - применять решение дифференциальных и разностных уравнений при проектировании систем среднего и крупного масштаба сложности | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 09.03.03\_УД\_ИИТ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 5 |
| - методами математического моделирования и анализа устойчивости систем дифференциальных и разностных уравнений | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| При проведении учебных занятий организация обеспечивает развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений и лидерских качеств. | | | | | | |
| **Код занятия** | **Наименование разделов и тем /вид занятия/** | | **Сем.** | **Часов** | **Компетенции** | |
| **1. Основная часть** | | | | | | |
| **1.1** | **Понятие** **о** **дифференциальных** **уравнениях** **и** **их** **интегралах**  **(Лек).** Предварительные определения. Происхождение и составление дифференциальных уравнений. Смысл дифференциального уравнения и его решения. Геометрическая интерпретация дифференциального уравнения первого и второго порядка.  Интегралы дифференциальных уравнений. Интеграл общий, частный и особенный. Число решений уравнений порядка выше первого. Постоянные интегрирования. Начальные и граничные условия. Задача Коши и краевые задачи. О задаче интегрирования дифференциальных уравнений. Поле направлений и метод изоклин. | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.2** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными и приводящиеся к ним. Метод изоклин. | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.3** | **Понятие** **разностных** **уравнениях** **и** **их** **решениях**  **(Лек).** Предварительные определения. Происхождение и составление разностных уравнений. Смысл разностного уравнения и его решения. Геометрическая интерпретация разностного уравнения первого и второго порядка.  Решения разностных уравнений. Решение общее, частное и особенное. Число решений уравнений порядка выше первого. Постоянные интегрирования. Начальные и граничные условия. Задача Коши и краевые задачи. О задаче интегрирования разностных уравнений. | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.4** | **Проведение** **семинарских** **занятий**  **(Пр).** Линейные уравнения 1-го порядка. Метод вариации постоянных (Ла-гранжа). Уравнение Бернулли. | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.5** | **Обыкновенные** **дифференциальные** **уравнения** **первого** **порядка,** **ч.1.**  **(Лек).** Разделение переменных. Подстановки. Уравнения однородные и связанные с однородными.  Линейное уравнение первого порядка и связанные с ним уравнения. | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 09.03.03\_УД\_ИИТ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 6 |
| **1.6** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Составление разностных уравнений Геометрическая интерпретация разностного уравнения первого и второго порядка | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.7** | **Обыкновенные** **дифференциальные** **уравнения** **первого** **порядка,** **ч.2.**  **(Лек).** Уравнение Бернулли. Уравнения Дарбу и Якоби. Уравнение Риккати. Уравнения в полных дифференциалах. Теория интегрирующего множителя.  Неоднородные уравнения. Уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной. Уравнения Лагранжа и Клеро. Гиперболические функции. Эллиптические функции | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.8** | **Выполнение** **контрольной** **работы**  **(Пр).** Однородные функции и однородные дифференциальные уравнения и приводящиеся к ним. Уравнения в полных дифференциалах. Метод интегрирующего множителя | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.9** | **Источники** **разностных** **уравнений.**  **(Лек).** Образование разностного уравнения из его примитивной. Получение разностных уравнений из физических законов. Построение разностных уравнений по экспериментальным данным | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.10** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Задачи на траектории. Изогональные и ортогональные траектории.Уравнения, неразрешенные относительно производной. Уравнения Лагранжа и Клеро. Уравнения старшего порядка. | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.11** | **Дифференциальные** **уравнения** **второго** **и** **высших** **порядков,** **ч.1.**  **(Лек).** Общие, первые, особенные, частные интегралы. Дифференциальные уравнения высших порядков, допускающие понижение порядка. Специальные нелинейные уравнения. Линейные дифференциальные уравнения п-го порядка. Определитель Вронского. Определитель Грамма. | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.12** | **Проведение** **семинарских** **занятий**  **(Пр).** Линейные однородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами n порядка. Метод Эйлера. Характеристическое уравнение. Случай вещественных и различных корней, кратных, ком-плексно-сопряженных. | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 09.03.03\_УД\_ИИТ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 7 |
| **1.13** | **Дифференциальные** **уравнения** **второго** **и** **высших** **порядков,** **ч.2.**  **(Лек).** Уравнение Эйлера. Метод Лагранжа. Методы вариации произвольных постоянных, неопределенных коэффициентов, построения интегрируемых комбинаций. Линейные уравнения с постоянными коэффициентами. Особые точки дифференциальных уравнений и нахождение частных интегралов линейных уравнений с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Зависимость решений от корней характеристического уравнения (действительные, мнимые, комплексные, кратные корни). Решения линейных уравнений в виде бесконечных рядов. Трансцендентные функции: гипергеометрическая, Лежандра, Бесселя. | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.14** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Линейные неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами. Правая часть специального вида. Метод подбора. Решение линейных разностных уравнений первого порядка. | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.15** | **Линейные** **разност-ные** **уравнения** **первого** **порядка**  **(Лек).** Уравнения однородные и связанные с однородными.  Линейное уравнение первого порядка и связанные с ним уравнения.  Неоднородные уравнения. | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.16** | **Проведение** **семинарских** **занятий**  **(Пр).** Произвольная правая часть. Метод вариации постоянных. Уравнения Эйлера – однородные и неоднородные. Формула Остроградского-Лиувилля | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.17** | **Системы** **обыкновенных** **дифференциальных** **уравнений.**  **(Лек).** Уравнения в полных дифференциалах. Условие Эйлера.  Сведение системы дифференциальных уравнений к одному уравнению высшего порядка одной неизвестной функции. Классификация особых точек линейных систем. Интегралы системы дифференциальных уравнений. Теория интегрирующего множителя Якоби.  Интегрирование систем линейных уравнений. Краевые задачи. | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.18** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Решение дифференциальных уравнений с помощью степенных рядов.  Системы дифференциальных уравнений. Сведение системы к одному уравнению n порядка. Метод интегрируемых комбинаций. | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 09.03.03\_УД\_ИИТ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 8 |
| **1.19** | **Общие** **свойства** **и** **методы** **решения** **разностных** **уравне-ний** **порядка** **n,** **ч.1.**  **(Лек).** Общие, первые, особенные, частные интегралы. Разностные уравнения высших порядков, допускающие понижение порядка.  Специальные нелинейные уравнения. Линейные Рзностные уравнения п-го порядка. Определитель Вронского.  Метод Лагранжа. Методы вариации произвольных постоянных, неопределенных коэффициентов, построения интегрируемых комбинаций. | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.20** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Решение разностных уравнений порядка n  Линейные однородные дифференциальные системы с постоянными коэффициентами. Метод Эйлера | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.21** | **Общие** **свойства** **и** **методы** **решения** **разностных** **уравне-ний** **порядка** **n,** **ч.2.**  **(Лек).** Линейные уравнения с постоянными коэффициентами.  Особые точки разностных уравнений и нахождение частных решений линейных уравнений с постоянными коэффициентами.  Характеристическое уравнение. Зависимость решений от корней характеристического уравнения (действительные, мнимые, комплексные, кратные корни | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.22** | **Проведение** **семинарских** **занятий**  **(Пр).** Линейные неоднородные дифференциальные системы с постоянными коэффициентами. – правая часть специального вида. Метод подбора.  Линейные неоднородные дифференциальные системы с постоянными коэффициентами – правая часть произвольная. Метод вариации постоянных. | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.23** | **Системы** **обыкновенных** **разностных** **уравнений**  **(Лек).** Уравнения в полных дифференциалах. Условие Эйлера.  Сведение системы разностных уравнений к одному уравнению высшего порядка одной неизвестной функции.  Классификация особых точек линейных систем.  Интегралы системы разностных уравнений..  Интегрирование систем линейных уравнений. Краевые задачи. | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.24** | **Проведение** **семинарских** **занятий**  **(Пр).** Системы разностных уравнений. Сведение системы разностных уравнений к одному уравнению высшего порядка одной неизвестной функции.  Устойчивость по Ляпунову. 1-й и. 2-й метод Ляпунова | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 09.03.03\_УД\_ИИТ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 9 |
| **1.25** | **Системы** **обыкновенных** **разностных** **уравнений.**  **(Лек).** Уравнения в полных дифференциалах. Условие Эйлера.  Сведение системы разностных уравнений к одному уравнению высшего порядка одной неизвестной функции.  Классификация особых точек линейных систем.  Интегралы системы разностных уравнений..  Интегрирование систем линейных уравнений. Краевые задачи. | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.26** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Линейные системы второго порядка с постоянными коэффициентами. Типы точек покоя и положение траекторий системы на фазовой плос-кости. | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.27** | **Дифференциальные** **уравнения** **с** **отклоняющимся** **аргументом.**  **(Лек).** Линейное дифференциальное уравнение с запаздывающим аргументом. Начальная функция. Структура решений. Псевдопо-ложительные корни. Уравнения с отклоняющимся аргументом в приложениях. | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.28** | **Проведение** **семинарских** **занятий**  **(Пр).** Составление разностных уравнений Геометрическая интерпретация разностного уравнения первого и второго порядка  Интегрирование систем разностных уравнений. Краевые задачи. | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.29** | **Качественные** **методы,** **ч.1.**  **(Лек).** Понятие устойчивости. Условия, характеризующие поведение решений. Фазовые кривые автономных систем. Устойчивость положения равновесия. Линейные системы с постоянными коэффициентами. Критерии устойчивости Рауса-Гурвица. Неоднородные системы. Линейные системы с переменными коэффициентами. | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.30** | **Выполнение** **контрольной** **работы**  **(Пр).** Устойчивость по первому приближению (колебания математического маятника с трением и без трения, модель взаимодействия популяций – «хищник-жертва») | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.31** | **Качественные** **методы,** **ч.2.**  **(Лек).** Теорема Ляпунова. Характеристические показатели Ляпунова. Предельные циклы. Устойчивость периодических решений.  Нелинейные системы. Основные теоремы о нелинейных системах и первый метод Ляпунова. Второй метод Ляпунова. Функция Ляпунова. Теорема Ляпунова.  Устойчивость периодических решений и. бифуркации автономных систем разностных уравнений.  Детерминированный хаос. Странные аттракторы. | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 09.03.03\_УД\_ИИТ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 10 |
| **1.32** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Критерии устойчивости Рауса-Гурвица и геометрический критерий Михайлова. | | 4 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.33** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям**  **(Ср).** Изучение лекционных материалов и разбор практических заданий | | 4 | 26 | ПК-2.5 | |
| **2. Промежуточная аттестация (зачёт)** | | | | | | |
| **2.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации**  **(Зачёт).** | | 4 | 17,75 | ПК-2.5 | |
| **2.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации**  **(КрПА).** | | 4 | 0,25 | ПК-2.5 | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Моделирование динамических систем», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы | | | | | | |
| **5.2. Типовые контрольные вопросы и задания** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 1. Дифференциальное уравнение первого порядка. Решение, общее решение, интегральная кривая. Задача Коши, ее геометрическая формулировка. Теорема существования и единственности решения задачи Коши.  2. Примеры физических и геометрических задач, приводящих к дифференциальным уравнениям.  3. Геометрическая интерпретация дифференциального уравнения 1-го порядка как поля направлений. Метод изоклин.  4. Теорема о множестве решений линейного однородного дифференциального уравнения n-го порядка (ЛОДУ n). Теорема о существовании и единственности решения задачи Коши для ЛОДУ n.  5. Определитель Вронского системы функций. Его свойства.  6. Теорема о структуре общего решения линейного неоднородного дифференциального уравнения n-го порядка (ЛНДУ n).  7. Дифференциальные уравнения 1-го порядка. Решение, общее решение, интегральная кривая. Понятие функции комплексного переменного. Основные элементарные функции комплексного переменного, их свойства. Предел, непрерывность и дифференцируемость функции комплексного переменного.  8. Уравнения с разделяющимися переменными, метод решения. Примеры.  9. Дифференциальные уравнения 1-го порядка с однородной правой частью, метод решения. Примеры.  10. Линейные дифференциальные уравнения 1-го порядка. Уравнения Бернулли. Уравнения в полных дифференциалах. Метод решения, примеры.  11. Уравнения 1-го порядка, не разрешенные относительно производной. Уравнения Лагранжа и Клеро. Метод решения, примеры.  12. Дифференциальные уравнения высших порядков. Задача Коши. Теорема существования и единственности решения задачи Коши.  13. Дифференциальные уравнения высших порядков. Методы понижения порядка.  14. Теорема о множестве решений однородного линейного уравнения n-го порядка. Фундаментальная система решений и общее решение. Определитель Вронского, его свойства. Критерий фундаментальности.  15. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения n-го порядка. Структура общего решения. Принцип суперпозиции.  16. Линейные однородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 09.03.03\_УД\_ИИТ\_2021.plx | | |  |  | стр. 11 |
| 17. Метод подбора частного решения для линейного уравнения с квазимногочленом в правой части (метод неопределенных коэффициентов).  18. Метод вариации произвольных постоянных для линейного уравнения n-го порядка.  19. Преобразование Лапласа. Оригинал и изображение. Существование изображения. Свойства преобразования Лапласа.  20. Свертка оригиналов, ее свойства. Изображение свертки. Лемма Бореля.  21. Формула Дюамеля. Решение дифференциальных уравнений с ее использованием.  22. Нормальная система n дифференциальных уравнений 1-го порядка, ее связь с уравнением n -го порядка. Задача Коши. Теорема существования и единственности решения.  23. Линейная система дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Методы ее решения (операторный и метод исключения неизвестных).  24. Устойчивость решений систем дифференциальных уравнений.  25. Решения разностных уравнений. Решение общее, частное и особенное. Число решений уравнений порядка выше первого.  26. Постоянные интегрирования. Начальные и граничные условия. Задача Коши и краевые задачи. О задаче интегрирования разностных уравнений.  27. Получение разностных уравнений из физических законов. Построение разностных уравнений по экспериментальным данным  28. Уравнения однородные и связанные с однородными.  29. Особые точки Разностных уравнений и нахождение частных решений линейных уравнений с постоянными коэффициентами. | | | | | |
| **5.3. Фонд оценочных материалов** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Полный перечень оценочных материалов представлен в приложении 1. | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.1. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
| **Наименование помещения** | | | | **Перечень основного оборудования** | |
| Учебная лаборатория математического моделирования | | | | Компьютерная техника с возможностью подключения к Интернету | |
| Компютерный класс | | | | Компьютерная техника с возможностью подключения к Интернету | |
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | | | | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, наборы демонстрационного оборудования и учебно- наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации. | |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся | | | | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду организации. | |
| Компьютерный класс | | | | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет», мультимедийное оборудование, специализированная мебель. | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ** | | | | | |
| 1. |  | R. Свободное программное обеспечение (лицензия GNU GPL2) | | | |
| 2. |  | Python. Свободное программное обеспечение (лицензия PSFL) | | | |
| 3. |  | R Studio. Свободное программное обеспечение (лицензия GNU AGPL3) | | | |
| 4. |  | Anaconda. Свободное программное обеспечение (лицензия BSD) | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 09.03.03\_УД\_ИИТ\_2021.plx | | |  | стр. 12 |
|  |  |  |  |  |
| **6.3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.3.1. Основная литература** | | | | |
| 1. |  | Зайцев В. Ф., Линчук Л. В., Флегонтов А. В. Дифференциальные уравнения (структурная теория) [Электронный ресурс]:учебное пособие. - Санкт-Петербург: Лань, 2018. - 500 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/98238 | | |
| 2. |  | Хеннер В. К., Белозерова Т. С., Хеннер М. В. Обыкновенные дифференциальные уравнения, вариационное исчисление, основы специальных функций и интегральных уравнений [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 320 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/96873 | | |
| 3. |  | Демидович Б. П., Моденов В. П. Дифференциальные уравнения [Электронный ресурс]:учебное пособие. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 280 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/115196 | | |
| 4. |  | Жабко А. П., Котина Е. Д., Чижова О. Н. Дифференциальные уравнения и устойчивость [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2015. - 320 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\_id=60651 | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | |
| 1. |  | Гусак А. А. Математический анализ и дифференциальные уравнения:Справ. пособие к решению задач. - Мн.: Тетра-Системс, 2006. - 416 с. | | |
| 2. |  | Белякова Н.П., Джемесюк И.А., Данилова-Данильян Т.В. Банк основных математических понятий и операций по курсу высшей математики [Электронный ресурс]:. - М.: ИПЦ МИТХТ, 1998. - – Режим доступа: http://media:8080/ebooks/mitht/methodics/611.pdf | | |
| 3. |  | Зализняк В. Е. Введение в конечно-разностные методы:. - , 2008. - 223 с. | | |
| 4. |  | Агафонов С. А., Муратова Т. В. Обыкновенные дифференциальные уравнения:Учеб. пособие для вузов. - М.: Академия, 2008. - 238 с. | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | |
| 1. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | |
| 2. |  | Естественно-научный образовательный портал http://www.en.edu.ru | | |
| 3. |  | База данных Web of Science  http://www.webofknowledge.com | | |
|  |  |  |  |  |
| **6.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | |
| Самостоятельная работа студента направлена на подготовку к учебным занятиям и на развитие знаний, умений и навыков, предусмотренных программой дисциплины.  В соответствии с учебным планом дисциплина может предусматривать лекции, практические занятия и лабораторные работы, а также выполнение и защиту курсового проекта (работы). Успешное изучение дисциплины требует посещения всех видов занятий, выполнение заданий преподавателя и ознакомления с основной и дополнительной литературой. В зависимости от мероприятий, предусмотреннх учебным планом и разделом 4, данной программы, студент выбирает методические указания для самостоятельной работы из приведённых ниже.  При подготовке к лекционным занятиям студентам необходимо:  перед очередной лекцией необходимо просмотреть конспект материала предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.  Практические занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 09.03.03\_УД\_ИИТ\_2021.plx |  | стр. 13 |
| преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.  При подготовке к практическому занятию студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя.  При подготовке к практическим занятиям студентам необходимо:  приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;  до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;  в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;  в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;  на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.  Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющим письменного решения задач или не подготовившихся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изученную на занятии.  Методические указания, необходимые для изучения и прохождения дисциплины приведены в составе образовательной программы. | | |
|  |  |  |
| **6.6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБУЧЕНИЮ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ** | | |
| Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.  Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.  В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.  Медиаматериалы также следует использовать и адаптировать с учетом индивидуальных особенностей обучения лиц с ОВЗ.  Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.  Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:  - в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);  - в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);  - методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).  Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 09.03.03\_УД\_ИИТ\_2021.plx |  | стр. 14 |
| предоставления ответов на задания, а именно:  - письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);  - выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);  - устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).  При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов. | | |