|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 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) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Математическое моделирование прикладных задач** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | Читающее подразделение | | | | | |  |  | **кафедра прикладной математики** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направление | | | | | | |  | **01.03.04 Прикладная математика** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Анализ данных** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Квалификация | | | | |  |  |  | **бакалавр** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Форма обучения | | | | |  |  |  | **очная** | | | | | | | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Общая трудоемкость | | | |  |  |  |  | **6 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 |  |
| 6 | | 3 | 108 | 32 | | | | 0 | | | 16 | 42 | | 0,25 | | | 17,75 | Зачет | | |  |
| 7 | | 3 | 108 | 32 | | | | 0 | | | 32 | 8 | | 2,35 | | | 33,65 | Экзамен | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Москва 2021 | | | | | | |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 01.03.04\_АД\_ИИТ\_2021.plx | |  |  | стр. 2 |
| Программу составил(и): |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| *д-р физ.-мат. наук, профессор, Самохин А. Б. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа дисциплины | | |  |  |
| **Математическое моделирование прикладных задач** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| разработана в соответствии с ФГОС ВО: | | |  |  |
| Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика (приказ Минобрнауки России от 10.01.2018 г. № 11) | | | | |
|  |  |  |  |  |
| составлена на основании учебного плана: | | |  |  |
| направление: 01.03.04 Прикладная математика  направленность: «Анализ данных» | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Рабочая программа одобрена на заседании кафедры | | | | |
| **кафедра прикладной математики** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Протокол от 25.08.2021 № 176    Зав. кафедрой Дзержинский Р. И. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 01.03.04\_АД\_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: 01.03.04\_АД\_ИИТ\_2021.plx | | | |  | стр. 4 |
| **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Математическое моделирование прикладных задач» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций. предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика с учетом специфики направленности подготовки – «Анализ данных». | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** | | | | | |
|  | Направление: |  | 01.03.04 Прикладная математика | | |
|  |
|  | Направленность: |  | Анализ данных | | |
|  |  |  |
|  | Блок: |  | Дисциплины (модули) | | |
|  |  |  |
|  | Часть: |  | Часть, формируемая участниками образовательных отношений | | |
|  |  |  |
|  | Общая трудоемкость: |  | 6 з.е. (216 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 анализа данных | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **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 анализа данных** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **ПК-2.4 : Выполняет применение методов математического моделирования с целью подготовки к концептуальному, функциональному и логическому проектированию систем среднего и крупного масштаба сложности** | | | | | |
| **Знать:** | | | | | |
| - основные методы математического описания моделей в виде систем дифференциальных уравнений, основы высшей математики, основы физики, основы существования комплексных систем | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - ставить простые и сложные математические модели в зависимости от степени возможной детализации проблемы | | | | | |
| **Владеть:** | | | | | |
| - инструментарием составления простых и сложным математических моделей, а также навыками программирования поставленных задач модлеирования | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **Знать:** | | | | | |
| - основные методы математического описания моделей в виде систем дифференциальных уравнений, основы высшей математики, основы физики, основы существования комплексных систем | | | | | |
| **Уметь:** | | | | | |
| - ставить простые и сложные математические модели в зависимости от степени возможной детализации проблемы | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 01.03.04\_АД\_ИИТ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 5 |
| **Владеть:** | | | | | | |
| - инструментарием составления простых и сложным математических моделей, а также навыками программирования поставленных задач модлеирования | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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. Моделирование простых систем** | | | | | | |
| **1.1** | **Моделирование** **программного** **решения** **задач**  **(Лек).** Введение в математическое моделирование. Триада математического моделирования: математическое описание, алгоритмическое решение, реализация на вычислительном устройстве. | | 6 | 2 | ПК-2.4 | |
| **1.2** | **Моделирование** **программного** **решения** **задач**  **(Лек).** Стандартное устройство программы, реализующей компьютерное моделирование: препроцессор, обработчик, постпроцессор. Реализация универсальных программ. Вылавливание ошибок | | 6 | 2 | ПК-2.4 | |
| **1.3** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Реализация простейших универсальных программ. Обработка исклчений в процессе реализации численного алгоритма просчёта всех корней заданного полинома N-ой степени при помощи численных методов. | | 6 | 2 | ПК-2.4 | |
| **1.4** | **Модель** **кредитования**  **(Лек).** Модель кредитования с простыми процентами. Модель кредитования со сложными роцентами. Рекурсивная модели кредитования с плавающими процентами. Многопараметрическая модель. Реализация модели | | 6 | 2 | ПК-2.4 | |
| **1.5** | **Моделирование** **динамики** **численности** **хозяйственной** **общины**  **(Лек).** Модель динамики численности мирового населения. Модель Форестера, логистическая функция с естественным пределом роста по географии. Внесетие в дифференциальное уравнение нового производственного параметра. Система дифференциальных уравнений второго порядка для динамики численности населения с/х общины. Решение системы уравнений численными методами. | | 6 | 2 | ПК-2.4 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 01.03.04\_АД\_ИИТ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 6 |
| **1.6** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Реализация модели кредитования с использованием языка программирования. Вывод модели кредитования со сложными процентами. Рекурсивное программирование модели кредитования со плавающими процентами.  Реализация численного решения системы дифференциальных уравнений второго порядка, связанной с моделированием динамики численности с/х общины. | | 6 | 2 | ПК-2.4 | |
| **1.7** | **Модель** **реактивного** **самолёта**  **(Лек).** Грубая модель реактивного самолёта. Столкномение воздушных масс. Угол отражения воздушных масс. Расчёт длины крыла. Расчёт массы крыла. Расчёт количества топлива на полёт | | 6 | 2 | ПК-2.4 | |
| **1.8** | **Модель** **обнаружения** **целей** **радарами**  **(Лек).** Введение постоянного числа радаров в 2-мерной системе координат (на плоскости). Введение координат цели, расстояния от радаров до цели. Нахождение координат цели в двумерном пространстве относительно расстояний до цели.  Введение постоянного числа радаров в 3-мерном пространстве. Введение координат радаров. Введение расстояний до искомой цели. Задача поиска координаты цели в пространстве.  Решение для произвольного числа радаров | | 6 | 2 | ПК-2.4 | |
| **1.9** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Составление универсальной программы рассчёта харакетристик самолёта по заданным параметрам предполагаемого пути  Моделирование поиска цели по координатам радара и расстояниям до цели при произвольном числе радаров в 3-мерном пространстве. | | 6 | 2 | ПК-2.4 | |
| **1.10** | **Модель** **спутника**  **(Лек).** Вращение спутника вокруг Земли. Приближенные методы моделирования. Вывод первой космической скорости. Время облёта спутником Земли. Геостационарные спутники. Расчет второй космической скорости. Запуск тела с Земли. | | 6 | 2 | ПК-2.4 | |
| **1.11** | **Модель** **спутника**  **(Лек).** Расчёт величин I и II космических скоростей, высоты геостационарной орбиты, расстояние до Луны и количество спутников, необходимых для покрытия Земной поверхности | | 6 | 2 | ПК-2.4 | |
| **1.12** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Расчёт величин I и II космических скоростей, высоты геостационарной орбиты, расстояние до Луны и количество спутников, необходимых для покрытия земной поверхности | | 6 | 2 | ПК-2.4 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 01.03.04\_АД\_ИИТ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 7 |
| **1.13** | **Арифметика** **произвольной** **размерности**  **(Лек).** Задачи, решаемые с заданной точностью. Численное решение дифференциального уравнения с большой расходимостью. Неустойчивость численных решений. Накопление ошибки. | | 6 | 2 | ПК-2.4 | |
| **1.14** | **Арифметика** **произвольной** **размерности**  **(Лек).** Ошибки округления. Принцип арифметики чисел большой размерности с плавающей запятой. Выгода и недостатки подхода арифметики произвольной размерности. | | 6 | 2 | ПК-2.4 | |
| **1.15** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Компьютерная реализация арифметики большой размерности. Решение ОДУ 1-го порядка методом Эйлера с применением арифметики большой размерности. | | 6 | 2 | ПК-2.4 | |
| **1.16** | **Моделирование** **трафика** **в** **пробке**  **(Лек).** Бритва Оккама. Простая модель взаимодействия машин в одной полосе. Алгоритм взаимодействия машин в трафике. Пробка на сужении. Моделирование пробки на сужении полос. | | 6 | 2 | ПК-2.4 | |
| **1.17** | **Моделирование** **трафика** **в** **пробке**  **(Лек).** Имитационное моделирование машин в пробке. Задание простых правил для агентов. Задание маловеротных правил поведения агентов. Задание границ участка дороги. Проведение статистического имитационного моделирования. Сбор распределений экспериментов. Сравнение с теоретическими результатами. | | 6 | 2 | ПК-2.4 | |
| **1.18** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Моделирование пробки на сужении полос. Расчёт скорости накопления машин в пробке по грубой модели.  Имитационное моделирование собственного участка дороги по интернет картам. Имитационное моделирование трафика в пробке. Измерение статистик экспериментов. | | 6 | 2 | ПК-2.4 | |
| **1.19** | **Модель** **ракеты**  **(Лек).** Формула Мещерского. Вывод. Ступени ракеты. Модель непрерывного отбрасывания массы летательного аппарата. | | 6 | 2 | ПК-2.4 | |
| **1.20** | **Модель** **ракеты**  **(Лек).** Ограничение одноступенчатой ракеты. Ограничение двухступенчатой ракеты. Модель трёхступенчатой ракеты. | | 6 | 2 | ПК-2.4 | |
| **1.21** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Расчёт параметров трёхступенчатой ракеты. Моделирование различных сценариев поведения модели по входным параметрам. Поиск оптимальной структуры моделируемого объекта. | | 6 | 2 | ПК-2.4 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 01.03.04\_АД\_ИИТ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 8 |
| **1.22** | **ДИСКРЕТНОЕ** **ПРЕОБРАЗОВАНИЕ** **ФУРЬЕ**  **(Лек).** Дискретные и непрерывные сигналы. Дискретизация сигналов во времени. Дискретное преобразование Фурье. Обратное преобразование Фурье. Оконное преобразование Фурье. Непрерывное преобразование | | 6 | 2 | ПК-2.4 | |
| **1.23** | **ДИСКРЕТНОЕ** **ПРЕОБРАЗОВАНИЕ** **ФУРЬЕ**  **(Лек).** Быстрое преобразование Фурье. Быстрое умножение матрицы на вектор. Накладные расходы алгоритма. Сложность алгоритма ДПФ. Сложность быстрого умножения матрицы на вектор | | 6 | 2 | ПК-2.4 | |
| **1.24** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Сравнение скорости работы стандартного алгоритма умножения матрицы на вектор специального вида и быстрого умножения матрицы специального вида на вектор. | | 6 | 2 | ПК-2.4 | |
| **1.25** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям**  **(Ср).** Подготовка к лекционным и практическим занятиям | | 6 | 42 | ПК-2.4 | |
| **2. Промежуточная аттестация (зачёт)** | | | | | | |
| **2.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации**  **(Зачёт).** | | 6 | 17,75 | ПК-2.4 | |
| **2.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации**  **(КрПА).** | | 6 | 0,25 | ПК-2.4 | |
| **3. Моделирование систем сложной структуры** | | | | | | |
| **3.1** | **Численное** **моделирование** **сложных** **систем**  **(Лек).** Метрические пространства. Гильбертово пространство функций. Метрика Гильбертова пространства. Расстояние между функциями Гильбертового пространства. Ограничения Гильбертового пространства функций. Неравенство треугольника. | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |
| **3.2** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Численная реализация алгоритмов интегрирования функции одной переменной. Сравнение рассмотренных методов. Сравнение с теоретической погрешностью, сходимость интегралов. Увеличение количества разбиений. | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |
| **3.3** | **Численное** **моделирование** **сложных** **систем**  **(Лек).** Поиск интеграла функции одной переменной численными методами. Метод прямоугольников, трапеций, Гаусса и Симпсона. Степень точности методов. Численный алгоритм интегрирования. | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |
| **3.4** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Сравнение рассмотренных методов. Сравнение с теоретической погрешностью, сходимость интегралов. Увеличение количества разбиений. | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 01.03.04\_АД\_ИИТ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 9 |
| **3.5** | **Интегрирования** **произвольной** **поверхности**  **(Лек).** Интегрирование поверхностей произвольного характера. Разбиение на прямоугольники. Триангуляция. Поиск центра масс разбиения. Площади разбиений. Дискретизация поверхности. Поиск площади дискретизированной поверхности. | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |
| **3.6** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Реализация численного алгоритма поиска площади поверхности. Увеличение числа разбиений. Нелинейная зависимость площади от числа разбиений. Уменьшение точности при увеличении числа разбиений. Триангуляция. | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |
| **3.7** | **Разбиение** **объемных** **фигур**  **(Лек).** Дискретизация объемных фигур. Тетраидизация фигур в пространстве. Представление оценок дискретного разбиения объемных фигур | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |
| **3.8** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Дискретизация объемных фигур. Тетраидизация фигур в пространстве. Реализация дискретизации объемной фигуры простой формы в пространстве. Сравнение оценок для увеличесния дискретизации. | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |
| **3.9** | **Метод** **прогонки** **решения** **дифференциальных** **уравнений**  **(Лек).** Метод сеток. Решение ДУ на сетке. Дикретизация пространства на сетки. Вычисление искомой функции в узлах сетки. Увеличение числа разбиений. Устойчивость задач. | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |
| **3.10** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Построение равномерной и неравномерной сетки для области решения ДУ уравнений сеточным методом. Реализация алгоритма дискретизации для простой области. | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |
| **3.11** | **Метод** **прогонки** **решения** **дифференциальных** **уравнений**  **(Лек).** Метод прогонки для задач решения ДУ с разреженной матрицей оператора. Операторные уравнения. Рекурсивный алгоритм поиска решения в узлах сетки. Аппроксимация решения. Интерполяция решения. | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |
| **3.12** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Решение задач ДУ методом прогонки. Вычисление неизвестной функции в узлах сетки. Рекурсивный алгоритм поиска решения в узлах сетки. Аппроксимация решения. Интерполяция решения. | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |
| **3.13** | **Интегральные** **уравнения** **Фредгольма** **1-го** **рода** **и** **2-го** **рода**  **(Лек).** Физические задачи, решаемые интегральными уравнениями. Ядра оператора. Неизвестная функция. Свободная часть. Теоремы Фредгольма. Фредгольмовость оператора. Устойчивость решения уравнений 1-го и 2-го рода. Регуляризация. | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 01.03.04\_АД\_ИИТ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 10 |
| **3.14** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Численная реализация методов простой итерации и обобщенного метода простой итерации. Регуляризация решения итерационными методами при помощи аддитивной термы Тихонова. | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |
| **3.15** | **Интегральные** **уравнения** **Фредгольма** **1-го** **рода** **и** **2-го** **рода**  **(Лек).** Численные методы решения интегральных уравнений Фредгольма. Операторные уравнения. Обратимые операторы. Устойчивость решений. Некоректные задачи по Адамару.  Метод простой итерации. Обобщенный метод простой итерации | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |
| **3.16** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Решение корректных и некорректных задач. Постановка обратных задач. Решение обратных задач. | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |
| **3.17** | **Нестационарные** **методы** **решения** **операторных** **уравнений**  **(Лек).** Подпространство Крылова. Жордановы клетки. Метод минимальных невязок. Сходимость метода минимальных невязок. | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |
| **3.18** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Численная реализация методов минимальных невязок, GMRES | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |
| **3.19** | **Нестационарные** **методы** **решения** **операторных** **уравнений.**  **Обобщённый** **метод** **минимальных** **невязок**  **(Лек).** Обобщенный метод минимальных невязок. Метод градиентного спуска. Двухшаговый метод градиентного спуска. | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |
| **3.20** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Численная реализация методов решения СЛАУ нестационарными итерационными методами: Градиентного спуска, Многошаговый метод градиентного спуска. | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |
| **3.21** | **Решение** **задач** **с** **интегральными** **операторами** **численными** **методами.** **Часть** **1.** **Задачи** **акустики**  **(Лек).** Задача акустики. Простой слой. Двойной слои. Объёмные и плоские задачи. Решение задачи акустики. Задача поиска потенциала простого слоя. | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |
| **3.22** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Дискретизация поверхности. Программа для считывания поверхностной сетки трехмерной фигуры. Поиск точек коллокации. Поиск нормалей к малым разбиениям. Поиск малых площадей. Поиск соседей для участков разбиения. | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 01.03.04\_АД\_ИИТ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 11 |
| **3.23** | **Решение** **задач** **с** **интегральными** **операторами** **численными** **методами.** **Часть** **2.** **Задачи** **акустики**  **(Лек).** Задача поиска потенциала двойного слоя. Сложность решения задачи акустики на большой сетке. Сингулярные интегральные операторы. Сингулярный и гиперсингулярный интеграл. Интеграл в смысле главного значения по Адамару. | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |
| **3.24** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Реализация программы для поиска поверхностного градиента и дивергенции численными методами. Релизация программы решателя для простейших задач поиска решения интегральных уравнений на поверхности трёхмерных фигур. | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |
| **3.25** | **Решение** **задач** **с** **интегральными** **операторами** **численными** **методами.** **Часть** **3.** **Задачи** **электродинамики**  **(Лек).** Задача электродинамики. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Уравнение Гельмгольца относительно электрического тока. Решение уравнения Гельмгольца. Первые и вторые производные решения уравнения Гельмгольца. | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |
| **3.26** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Решение задач акустики на поверхности объемной фигуры. Визуализация численного решения | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |
| **3.27** | **Решение** **задач** **с** **интегральными** **операторами** **численными** **методами.** **Часть** **4.** **Задачи** **электродинамики**  **(Лек).** Граничные условия задач электродинамики в интегральной постановке. Первичное поле. Задача дифракции электромагнитной волны на поверхности проводника. Объёмные и поверхностные задачи задачи. Решение задачи электродинамики. | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |
| **3.28** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Постановка задачи дифракции в дискретном виде. Метод кусочно-постоянных аппроксимаций и коллокаций для решения интегральных уравнений электродинамики. Частотная область. Решение задачи в конечном спектре. Фиксированный спектр правой части. Проблема решения задачи с волной бесконечного спектра. | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |
| **3.29** | **Решение** **задач** **с** **интегральными** **операторами** **численными** **методами.** **Часть** **5.** **Нестационарные** **задачи**  **(Лек).** Нестационарные задачи акустики и электродинамики. Проблемы сходимости и численного решения. Аппроксимация решения по времени. Бесконечный спектр. Условие Куранта как минимальное требование численной устойчивости схемы. | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |
| **3.30** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Решение задач электродинамики. Визуализация численного решения | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 01.03.04\_АД\_ИИТ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 12 |
| **3.31** | **Решение** **задач** **с** **интегральными** **операторами** **численными** **методами.** **Часть** **6.** **Вихревые** **задачи.**  **(Лек).** Вихревые задачи. Вихревые рамки. Обтекание профиля. Подсчёт градиентов. Давление на вихревые рамки. Рассчёт вихревого потока. Остаточные вихри | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |
| **3.32** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Решение простейших вихревых задач обтекания профиля объемных фигур. | | 7 | 2 | ПК-2.4 | |
| **3.33** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям**  **(Ср).** Подготовка к лекционным и практическим занятиям | | 7 | 8 | ПК-2.4 | |
| **4. Промежуточная аттестация (экзамен)** | | | | | | |
| **4.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации**  **(Экзамен).** | | 7 | 33,65 | ПК-2.4 | |
| **4.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации**  **(КрПА).** | | 7 | 2,35 | ПК-2.4 | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **5.1. Перечень компетенций** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Математическое моделирование прикладных задач», 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. Триада: модель, алгоритм, программа  2. Стандартное устройство программы математического моделирования  3. Математическое моделирование разной степени детализации  4. Универсальная программа. Способы проверки исключительных ситуаций  5. Грубая модель реактивного самолёта. Столкномение воздушных масс. Угол отражения воздушных масс. Расчёт длины крыла. Расчёт массы крыла. Расчёт количества топлива на полёт  6. Алгоритм расчёта физических характеристик самолёта по грубой модели  7. Расчёт величин I и II космических скоростей, высоты геостационарной орбиты, расстояние до Луны и количество спутников, необходимых для покрытия земной поверхности.  8. Задачи, решаемые с заданной точностью. Численное решение дифференциального уравнения с большой расходимостью. Неустойчивость численных решений.  9. Накопление ошибки. Ошибки округления. Принцип арифметики чисел большой размерности с плавающей запятой. Выгода и недостатки подхода арифметики произвольной размерности.  10. Устройство алгоритмической реализации арифметики произвольной размерности. Накладные расходы на алгоритмы.  11. Формула Мещерского. Вывод. Ступени ракеты. Модель непрерывного отбрасывания массы летательного аппарата.  12. Ограничение одноступенчатой ракеты. Ограничение двухступенчатой ракеты. Модель трёхступенчатой ракеты.  13. Дискретные и непрерывные сигналы. Дискретизация сигналов во времени.  14. Дискретное преобразование Фурье. Обратное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье.  15. Быстрое умножение матрицы специального вида на вектор. Накладные расходы алгоритма.    1. Матрические пространства. Гильбертово пространство функций. Метрика Гильбертова | | | | | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| УП: 01.03.04\_АД\_ИИТ\_2021.plx |  |  | стр. 13 |
| пространства.  2. Расстояние между функциями Гильбертового пространства. Ограничения Гильбертового пространства функций. Неравенство треугольника.  3. Поиск интеграла функции одной переменной численными методами. Метод прямоугольников, трапеций, Гаусса и Симпсона.  4. Степень точности методов численного интегрирования. Численный алгоритм интегрирования.  5. Интегрирование поверхностей произвольного характера. Разбиение на прямоугольники.  6. Триангуляция. Поиск центра масс разбиения. Площади разбиений.  7. Дискретизация поверхности. Поиск площади дискретизированной поверхности. Проблемы.  8. Метод сеток. Решение ДУ на сетке. Дикретизация пространства на сетки. Вычисление искомой функции в узлах сетки. Увеличение числа разбиений. 9. Устойчивость задач. Метод прогонки для задач решения ДУ с разреженной матрицей оператора. Операторные уравнения.  10. Рекурсивный алгоритм поиска решения в узлах сетки. Аппроксимация решения. Интерполяция решения.  11. Физические задачи, решаемые интегральными уравнениями. Ядра оператора. Неизвестная функция. Свободная часть.  12. Теоремы Фредгольма. Фредгольмовость оператора. Устойчивость решения уравнений 1-го и 2-го рода.  13. Регуляризация. Численные методы решения интегральных уравнений Фредгольма.  14. Операторные уравнения. Обратимые операторы. Устойчивость решений. Некоректные задачи по Адамару.  15. Метод простой итерации. Обобщённый метод простой итерации.  16. Метод минимальных невязок. Обобщенный метод минимальных невязок.  17. Метод градиентного спуска. Двухшаговый метод градиентного спуска.  18. Задача акустики. Простой слой. Двойной слои. Объёмные и плоские задачи. Решение задачи акустики  19. Задача электродинамики. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Правая часть.  20. Задача дифракции электромагнитной волны на поверхности проводника. Объёмные и плоские задачи. Решение задачи электродинамики  21. Вихревые задачи. Вихревые рамки. Обтекание профиля. Подсчёт градиентов. Давление на вихревый рамки. | | | |
| **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 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. | |
| Компьютерный класс | | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет», мультимедийное оборудование, специализированная мебель. | |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся | | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно- | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 01.03.04\_АД\_ИИТ\_2021.plx | | |  |  | стр. 14 |
|  | | | | образовательную среду организации. | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ** | | | | | |
| 1. |  | Microsoft Windows. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г. | | | |
| 2. |  | Microsoft Office. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г. | | | |
| 3. |  | MinGW. Свободное программное обеспечение (лицензия GNU GPL) | | | |
| 4. |  | R. Свободное программное обеспечение (лицензия GNU GPL2) | | | |
| 5. |  | Google Chrome. Свободное программное обеспечение | | | |
| 6. |  | Scilab. Свободное программное обеспечение (лицензия GNU CeCILL) | | | |
| 7. |  | Visual Studio Code. Свободное программное обеспечение (лицензия MIT) | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА** | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.1. Основная литература** | | | | | |
| 1. |  | Самохин А. Б., Шестопалов Ю. В. Основы численных методов:учебник. - М.: РТУ МИРЭА, 2021. - 285 с. | | | |
| 2. |  | Дзержинский Р. И., Самохин А. Б., Чердынцев В. В. Вычислительная математика [Электронный ресурс]:учебное пособие. - М.: МИРЭА, 2018. - – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/25052018/1673.iso | | | |
| 3. |  | Самохин А. Б. Объемные сингулярные интегральные уравнения электродинамики:. - М.: ТЕХНОСФЕРА, 2021. - 217 с. | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | | |
| 1. |  | Лаговский Б. А., Самохин А. Б. Численные методы. Дополнительные главы:Учеб. пособие. - М.: МИРЭА, 2015. - 74 с. | | | |
| 2. |  | Самохин А. Б., Чердынцев В. В., Воронцов А. А. Численные методы [Электронный ресурс]:учебное пособие для студ., обуч. по напр. подготовки "Информатика и выч. техника", "Информ. системы и технологии", "Программная инженерия", "Прикладная математика". - М.: МГТУ МИРЭА, 2014. - 84 с. – Режим доступа: http://library.mirea.ru/secret/rio/1427.pdf | | | |
| 3. |  | Кузьмин В. И., Самохин А. Б., Гадзаов А. Ф., Чердынцев В. В. Модели и методы определения параметров нелинейных процессов:. - М.: МИРЭА, 2016. - 147 с. | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | | |
| 1. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru | | | |
| 2. |  | Консультант Плюс http:// www.consultant.ru | | | |
| 3. |  | Информационно-правовой портал ГАРАНТ http:// www.garant.ru | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **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. | | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 01.03.04\_АД\_ИИТ\_2021.plx |  | стр. 15 |
| 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 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); | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 01.03.04\_АД\_ИИТ\_2021.plx |  | стр. 16 |
| - 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 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. | | |