|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 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 | | | | | | |  | **09.03.03 Прикладная информатика** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Направленность | | | | | | |  | **Управление данными** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 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: 09.03.03\_УД\_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 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 «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 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: |  | 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 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:** | | | | | |
| - 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: 09.03.03\_УД\_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. Стандартное устройство программы, реализующей компьютерное моделирование: препроцессор, обработчик, постпроцессор. Реализация универсальных программ. Вылавливание ошибок | | 6 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.2** | **Моделирование** **программного** **решения** **задач**  **(Лек).** Введение в математическое моделирование. Триада математического моделирования: математическое описание, алгоритмическое решение, реализация на вычислительном устройстве. Стандартное устройство программы, реализующей компьютерное моделирование: препроцессор, обработчик, постпроцессор. Реализация универсальных программ. Вылавливание ошибок | | 6 | 2 | ПК-2.5 | |
| **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-2.5 | |
| **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-2.5 | |
| **1.5** | **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-2.5 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 09.03.03\_УД\_ИИТ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 6 |
| **1.6** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Реализация модели кредитования с использованием языка программирования. Рекурсивное программирование модели кредитования со сложными процентами | | 6 | 2 | ПК-2.5 | |
| **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-2.5 | |
| **1.8** | **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-2.5 | |
| **1.9** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Составление универсальной программы рассчёта харакетристик самолёта по заданным параметрам предполагаемого пути | | 6 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.10** | **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-2.5 | |
| **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-2.5 | |
| **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-2.5 | |
| **1.13** | **Арифметика** **произвольной** **размерности**  **(Лек).** Задачи, решаемые с заданной точностью. Численное решение дифференциального уравнения с большой расходимостью. Неустойчивость численных решений. Накопление ошибки. Ошибки округления. Принцип арифметики чисел большой размерности с плавающей запятой. Выгода и недостатки подхода арифметики произвольной размерности. | | 6 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.14** | **Арифметика** **произвольной** **размерности**  **(Лек).** Задачи, решаемые с заданной точностью. Численное решение дифференциального уравнения с большой расходимостью. Неустойчивость численных решений. Накопление ошибки. Ошибки округления. Принцип арифметики чисел большой размерности с плавающей запятой. Выгода и недостатки подхода арифметики произвольной размерности. | | 6 | 2 | ПК-2.5 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 09.03.03\_УД\_ИИТ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 7 |
| **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-2.5 | |
| **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-2.5 | |
| **1.17** | **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-2.5 | |
| **1.18** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Моделирование пробки на сужении полос. Расчёт скорости накопления машин в пробке по грубой модели. | | 6 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.19** | **Модель** **ракеты**  **(Лек).** Формула Мещерского. Вывод. Ступени ракеты. Модель непрерывного отбрасывания массы летательного аппарата. Ограничение одноступенчатой ракеты. Ограничение двухступенчатой ракеты. Модель трёхступенчатой ракеты. | | 6 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.20** | **Модель** **ракеты**  **(Лек).** Формула Мещерского. Вывод. Ступени ракеты. Модель непрерывного отбрасывания массы летательного аппарата. Ограничение одноступенчатой ракеты. Ограничение двухступенчатой ракеты. Модель трёхступенчатой ракеты. | | 6 | 2 | ПК-2.5 | |
| **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-2.5 | |
| **1.22** | **ДИСКРЕТНОЕ** **ПРЕОБРАЗОВАНИЕ** **ФУРЬЕ**  **(Лек).** Дискретные и непрерывные сигналы. Дискретизация сигналов во времени. Дискретное преобразование Фурье. Обратное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Быстрое умножение матрицы на вектор. Накладные расходы алгоритма. | | 6 | 2 | ПК-2.5 | |
| **1.23** | **ДИСКРЕТНОЕ** **ПРЕОБРАЗОВАНИЕ** **ФУРЬЕ**  **(Лек).** Дискретные и непрерывные сигналы. Дискретизация сигналов во времени. Дискретное преобразование Фурье. Обратное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Быстрое умножение матрицы на вектор. Накладные расходы алгоритма. | | 6 | 2 | ПК-2.5 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 09.03.03\_УД\_ИИТ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 8 |
| **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-2.5 | |
| **1.25** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям**  **(Ср).** Подготовка к лекционным и практическим занятиям | | 6 | 42 | ПК-2.5 | |
| **2. Промежуточная аттестация (зачёт)** | | | | | | |
| **2.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации**  **(Зачёт).** | | 6 | 17,75 | ПК-2.5 | |
| **2.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации**  **(КрПА).** | | 6 | 0,25 | ПК-2.5 | |
| **3. Моделирование систем сложной структуры** | | | | | | |
| **3.1** | **Численное** **моделирование** **сложных** **систем**  **(Лек).** Матрические пространства. Гильбертово пространство функций. Метрика Гильбертова пространства. Расстояние между функциями Гильбертового пространства. Ограничения Гильбертового пространства функций. Неравенство треугольника.  Поиск интеграла функции одной переменной численными методами. Метод прямоугольников, трапеций, Гаусса и Симпсона. Степень точности методов. Численный алгоритм интегрирования. | | 7 | 2 | ПК-2.5 | |
| **3.2** | **Численное** **моделирование** **сложных** **систем**  **(Лек).** Матрические пространства. Гильбертово пространство функций. Метрика Гильбертова пространства. Расстояние между функциями Гильбертового пространства. Ограничения Гильбертового пространства функций. Неравенство треугольника.  Поиск интеграла функции одной переменной численными методами. Метод прямоугольников, трапеций, Гаусса и Симпсона. Степень точности методов. Численный алгоритм интегрирования. | | 7 | 2 | ПК-2.5 | |
| **3.3** | **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-2.5 | |
| **3.4** | **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-2.5 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 09.03.03\_УД\_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-2.5 | |
| **3.6** | **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-2.5 | |
| **3.7** | **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-2.5 | |
| **3.8** | **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-2.5 | |
| **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. 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-2.5 | |
| **3.10** | **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. 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-2.5 | |
| **3.11** | **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-2.5 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 09.03.03\_УД\_ИИТ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 10 |
| **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-2.5 | |
| **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. 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-2.5 | |
| **3.14** | **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. 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-2.5 | |
| **3.15** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Численная реализация методов простой итерации и ободщенного метода простой итерации | | 7 | 2 | ПК-2.5 | |
| **3.16** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Численная реализация методов простой итерации и ободщенного метода простой итерации | | 7 | 2 | ПК-2.5 | |
| **3.17** | **Нестационарные** **методы** **решения** **операторных** **уравнений**  **(Лек).** Метод минимальных невязок. Обобщенный метод минимальных невязок. Метод градиентного спуска. Двухшаговый метод градиентного спуска. | | 7 | 2 | ПК-2.5 | |
| **3.18** | **Нестационарные** **методы** **решения** **операторных** **уравнений**  **(Лек).** Метод минимальных невязок. Обобщенный метод минимальных невязок. Метод градиентного спуска. Двухшаговый метод градиентного спуска. | | 7 | 2 | ПК-2.5 | |
| **3.19** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Численная реализация методов минимальных невязок, GMRES, Градиентного спуска, Многошаговый метод | | 7 | 2 | ПК-2.5 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 09.03.03\_УД\_ИИТ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 11 |
| **3.20** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Численная реализация методов минимальных невязок, GMRES, Градиентного спуска, Многошаговый метод | | 7 | 2 | ПК-2.5 | |
| **3.21** | **Решение** **задач** **с** **интегральными** **операторами** **численными** **методами.** **Часть** **1.**  **(Лек).** Задача акустики. Простой слой. Двойной слои. Объёмные и плоские задачи. Решение задачи акустики | | 7 | 2 | ПК-2.5 | |
| **3.22** | **Решение** **задач** **с** **интегральными** **операторами** **численными** **методами.** **Часть** **1.**  **(Лек).** Задача акустики. Простой слой. Двойной слои. Объёмные и плоские задачи. Решение задачи акустики | | 7 | 2 | ПК-2.5 | |
| **3.23** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Дискретизация поверхности. Создание программы-решателя объемных интегральных уравнений. | | 7 | 2 | ПК-2.5 | |
| **3.24** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Дискретизация поверхности. Создание программы-решателя объемных интегральных уравнений. | | 7 | 2 | ПК-2.5 | |
| **3.25** | **Решение** **задач** **с** **интегральными** **операторами** **численными** **методами.** **Часть** **2.**  **(Лек).** Задача электродинамики. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Правая часть. Задача дифракции электромагнитной волны на поверхности проводника. Объёмные и плоские задачи. Решение задачи электродинамики | | 7 | 2 | ПК-2.5 | |
| **3.26** | **Решение** **задач** **с** **интегральными** **операторами** **численными** **методами.** **Часть** **2.**  **(Лек).** Задача электродинамики. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Правая часть. Задача дифракции электромагнитной волны на поверхности проводника. Объёмные и плоские задачи. Решение задачи электродинамики | | 7 | 2 | ПК-2.5 | |
| **3.27** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Решение задач акустики. Визуализация численного решения | | 7 | 2 | ПК-2.5 | |
| **3.28** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Решение задач акустики. Визуализация численного решения | | 7 | 2 | ПК-2.5 | |
| **3.29** | **Решение** **задач** **с** **интегральными** **операторами** **численными** **методами.** **Часть** **3.**  **(Лек).** Вихревые задачи. Вихревые рамки. Обтекание профиля. Подсчёт градиентов. Давление на вихревые рамки. | | 7 | 2 | ПК-2.5 | |
| **3.30** | **Решение** **задач** **с** **интегральными** **операторами** **численными** **методами.** **Часть** **3.**  **(Лек).** Вихревые задачи. Вихревые рамки. Обтекание профиля. Подсчёт градиентов. Давление на вихревые рамки. | | 7 | 2 | ПК-2.5 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 09.03.03\_УД\_ИИТ\_2021.plx | |  |  |  |  | стр. 12 |
| **3.31** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Решение задач электродинамики. Визуализация численного решения | | 7 | 2 | ПК-2.5 | |
| **3.32** | **Выполнение** **практических** **заданий**  **(Пр).** Решение задач электродинамики. Визуализация численного решения | | 7 | 2 | ПК-2.5 | |
| **3.33** | **Подготовка** **к** **аудиторным** **занятиям**  **(Ср).** Подготовка к лекционным и практическим занятиям | | 7 | 8 | ПК-2.5 | |
| **4. Промежуточная аттестация (экзамен)** | | | | | | |
| **4.1** | **Подготовка** **к** **сдаче** **промежуточной** **аттестации**  **(Экзамен).** | | 7 | 33,65 | ПК-2.5 | |
| **4.2** | **Контактная** **работа** **с** **преподавателем** **в** **период** **промежуточной** **аттестации**  **(КрПА).** | | 7 | 2,35 | ПК-2.5 | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **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 пространства.  2. Расстояние между функциями Гильбертового пространства. Ограничения Гильбертового пространства функций. Неравенство треугольника. | | | | | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| УП: 09.03.03\_УД\_ИИТ\_2021.plx |  |  | стр. 13 |
| 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. | |
| 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 | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| УП: 09.03.03\_УД\_ИИТ\_2021.plx | | |  |  | стр. 14 |
|  | | | | доступа в электронную информационно- 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. |  | 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 | | | |
| 2. |  | Самохин А. Б. Объемные сингулярные интегральные уравнения электродинамики:. - М.: ТЕХНОСФЕРА, 2021. - 217 с. | | | |
| 3. |  | Самохин А. Б., Шестопалов Ю. В. Основы численных методов:учебник. - М.: РТУ МИРЭА, 2021. - 285 с. | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.3.2. Дополнительная литература** | | | | | |
| 1. |  | Кузьмин В. И., Самохин А. Б., Гадзаов А. Ф., Чердынцев В. В. Модели и методы определения параметров нелинейных процессов:. - М.: МИРЭА, 2016. - 147 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. |  | Лаговский Б. А., Самохин А. Б. Численные методы. Дополнительные главы:Учеб. пособие. - М.: МИРЭА, 2015. - 74 с. | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ** | | | | | |
| 1. |  | Информационно-правовой портал ГАРАНТ http:// www.garant.ru | | | |
| 2. |  | Консультант Плюс http:// www.consultant.ru | | | |
| 3. |  | Научная электронная библиотека http://www.elibrary.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. | | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 09.03.03\_УД\_ИИТ\_2021.plx |  | стр. 15 |
| 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 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 | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| УП: 09.03.03\_УД\_ИИТ\_2021.plx |  | стр. 16 |
| (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 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. | | |