МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ У.Д. АЛИЕВА»

Физико-математический факультет

УТВЕРЖДАЮ И. о. проректора по УР М. Х. Чанкаев «29» мая 2024 г., протокол № 8

Рабочая программа дисциплины Численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений

(наименование дисциплины (модуля)

Направление подготовки

44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

(шифр, название направления) Направленность (профиль) **Математика; информатика**

Квалификация выпускника *бакалавр*

Форма обучения *Очная*, *заочная*

Год начала подготовки

<u>2020</u>

Карачаевск, 2024

Составитель: ст. преп. кафедры информатики и вычислительной математики *Урусова А. С.*

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.02.2018 №125; образовательной программой высшего образования и учебным планом по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), направленность (профиль) «Математика; информатика»; локальными актами КЧГУ.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры информатики и вычислительной математики на 2024-2025 учебный год, протокол №_9_ от __07 мая__ 2024г.

СОДЕРЖАНИЕ

| 1. Наименование дисциплины (модуля) | 5 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы | 5 |
| Изучение дисциплины «Численные методы решения дифференциальных и интегральных | |
| уравнений» необходимо для успешного освоения дисциплин профессионального цикла и 1 | • |
| Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с | |
| планируемыми результатами освоения образовательной программы | 6 |
| 4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академически | ИХ |
| часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебн | ных |
| занятий) и на самостоятельную работу обучающихся | 8 |
| 5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указа | інием |
| отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий | |
| 5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических час ДЛЯ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ | |
| 5.2. Тематика лекционных занятий | |
| 5.3. Тематика практических занятий | |
| 5.4. Тематика лабораторных работ | |
| 5.5. Примерная тематика курсовых работ | |
| 6. Образовательные технологии | |
| Ооразовательные технологии Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестац | |
| обучающихся по дисциплине (модулю) | |
| 7.1. Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций | |
| 7.2. Типовые индивидуальные задания или иные материалы, необходимые для оценки знан | |
| 7.2. Типовые индивидуальные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаг умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования | ти, |
| компетенций в процессе освоения образовательной программы | 19 |
| 7.2.1. Примерные вопросы к итоговой аттестации (зачёт) | |
| 7.2.2. Перечень примерных тем для рефератов | |
| 7.2.3. Типовые контрольные работы | |
| Контрольная работа M 1 | |
| Вариант 1 | |
| Вариант 2 | |
| Контрольная работа <i>№3</i> | |
| Контрольная работа №4 | |
| Для уравнений | |
| 7.3. Бально-рейтинговая система оценки знаний бакалавров | |
| 8.Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения | |
| дисциплины (модуля) | |
| 8.1. Основная литература: | |
| 8.2. Дополнительная литература: | 26 |
| 9. Методические указания для обучающихся по освоению учебной дисциплины | 27 |
| (модуля) | |
| 10. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля) | |
| 10.1. Общесистемные требования | |
| 10.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины | |
| 10.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения | |
| 10.4. Современные профессиональные базы данных и информаці | |
| справочные системы | 29 |
| 11. Особенности организации образовательного процесса для лиц | 20 |
| с ограниченными возможностями здоровья | |
| 12. Лист регистрации изменений | 50 |

1. Наименование дисциплины (модуля)

Численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений

Целью изучения дисциплины является усвоение основных численных методов, особенностей областей применения и методик использования их как готового инструмента практической работы при проектировании разработке систем, математической обработке данных экономических и других задач, построении алгоритмов и организации вычислительных процессов на ПК. В курсе изучаются основные сведения о классических численных методах решения различных прикладных задач.

Для достижения цели ставятся задачи:

- освоения данной дисциплины является подготовка к работе с вычислительной техникой;
- умение применять математические методы, физические законы и вычислительную технику для решения практических задач;
- ориентироваться в современном прикладном программном обеспечении ЭВМ.

Цели и задачи дисциплины определены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование, направленность (профиль): «Математика; Информатика»

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина ««Численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений»» (Б1. В.ДВ.01.01) относится блоку Б1 к вариативной части дисциплин по выбору.

Дисциплина (модуль) изучается на 5 курсе в 9 семестре на очном и на 6 курсе, зимняя сессия на заочном.

МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Индекс Б1. В.ДВ.01.01

Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Для освоения дисциплины «Численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений» студенты используют знания, умения, способы деятельности и установки, сформированные в ходе изучения дисциплин: «Математический анализ», «Алгебра», «Геометрия» «Численные методы», «Дифференциальные уравнения»

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Изучение дисциплины «Численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений» необходимо для успешного освоения дисциплин профессионального цикла и практик

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения ОП ВО магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине (модулю):

| Код компетенции в компет соответствии с енций ФГОС ВО/ ОП ВО/ ООП | Индикаторы достижения компетенций | Декомпозиция компетенций (результаты обучения) в соответствии с установленными индикаторами |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-7 Способен моделировать явления и процессы, пользоваться построением моделей для решения практических задач и проблем в своей профессионально й деятельности, формировать банки моделей и задач, решаемых с их помощью, а также визуализаций этих моделей | ПК-7.1. Знает сущность и роль моделирования в науке, владеет технологией реализации всех этапов моделирования, в том числе интерпретации и анализа качества модели, пониманием критериев качества математических исследований, принципов экспериментальной и эмпирической проверки научных теорий проверки научных теорий ПК-7.2. Владеет математикой как универсальным языком науки, средством моделирования явлений и процессов, способен строить математические модели и их визуализации для решения практических задач и проблем, в том числе в смежных науках ПК-7.3. Способен применить технологию модельного подхода в школьном курсе математики. Готов использовать моделирование для обучения школьников, довести до их понимания, как модели иллюстрируют связь математики с окружающим миром | сущность и роль моделирования в науке, владеет технологией реализации всех этапов моделирования, в том числе интерпретации и анализа качества модели, пониманием критериев качества математических исследований, принципов экспериментальной и эмпирической проверки научных теорий Уметь: применять технологию модельного подхода в школьном курсе математики. Готов использовать моделирование для обучения школьников, довести до их понимания, как модели иллюстрируют связь математики с окружающим миром Владеть: математикой как универсальным языком науки, средством моделирования явлений и процессов, способен строить математические модели и их визуализации для решения практических задач и проблем, в том числе в смежных науках |

| ПК-8 | Способен | ПК-8.1. Владеет базовыми | Знать: |
|------|------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------|
| | демонстрировать | знаниями по основным | основные идеи и методы |
| | знание основных | разделам классической | математики (информатики); |
| | положений и | математики (информатики) и | значение математической |
| | концепций | умеет их применять в своей | науки, ее методов для |
| | классических | профессиональной | решения задач, |
| | разделов | деятельности | возникающих в теории и |
| | математической | | практике; широту и в то же |
| | науки | | время ограниченность |
| | (информатики) и | ПК-8.2. Знает основные идеи | применения математических |
| | применять их при | и методы математики | методов к анализу и |
| | реализации | (информатики). Умеет | исследованию процессов и |
| | образовательного | использовать приобретенные | явлений природе и |
| | процесса | знания и навыки в | обществе; способен |
| | | практической деятельности, | применить это знание в |
| | | для решения прикладных | своей педагогической |
| | | (исследовательских) задач, в | деятельности при |
| | | том числе социально- | реализации |
| | | экономических, физических, | образовательного процесса. |
| | | профессиональной | Уметь: |
| | | деятельности | использовать приобретенные |
| | | ПК-8.3. Владеет | знания и навыки в |
| | | аксиоматическим методом, | практической деятельности, |
| | | знает систему основных | для решения прикладных |
| | | математических структур и | (исследовательских) задач, в |
| | | может их применить в | том числе социально- экономических, физических, |
| | | профессиональной | профессиональной |
| | | деятельности | деятельности |
| | | ПК-8.4. Понимает значение | Владеть: |
| | | математической науки, ее | базовыми знаниями по |
| | | методов для решения задач, | основным разделам |
| | | возникающих в теории и | классической математики |
| | | практике; широту и в то же | (информатики) и умеет их |
| | | время ограниченность | применять в своей |
| | | применения математических | профессиональной |
| | | методов к анализу и | деятельности; |
| | | исследованию процессов и | аксиоматическим методом, |
| | | явлений природе и обществе; | знает систему основных |
| | | способен применить это знание в своей | математических структур и |
| | | педагогической деятельности | может их применить в |
| | | при реализации | профессиональной |
| | | образовательного процесса | деятельности |
| | L | образовательного процесса | |

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины «Численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений» составляет 2 ЗЕТ, 72 академических часов.

| часов. | 1 | |
|-------------------------------------------------------------|-------------------|---------------|
| Объём дисциплины | Всего часов | Всего часов |
| | для очной | для заочной |
| | формы | формы |
| | обучения | обучения |
| Общая трудоемкость дисциплины | 72 | 72 |
| Контактная работа обучающихся с | | |
| преподавателем (по видам учебных занятий)* | | |
| (всего) | | |
| Аудиторная работа (всего): | 36 | 6 |
| в том числе: | | |
| лекции | 12 | 2 |
| семинары, практические занятия | 24 | 4 |
| практикумы | Не | Не |
| | предусмотрено | предусмотрено |
| лабораторные работы | Не | Не |
| | предусмотрено | предусмотрено |
| Внеаудиторная работа: | | |
| консультация перед зачетом | | |
| Внеаудиторная работа также включает индивид | уальную работу | |
| | индивидуальные | |
| консультации и иные виды учебной | деятельности, | |
| | альную работу | |
| обучающихся с преподавателем), творческую работу | (эссе), рефераты, | |
| контрольные работы и др. | | |
| Самостоятельная работа обучающихся (всего) | 36 | 62 |
| | | |
| Контроль самостоятельной работы | - | 4 |
| Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет / экзамен) | зачёт | зачёт |

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

Для очной формы обучения

| № | Кур | Раздел, тема, содержание темы | Обща | Виды учебных занятий, включая |
|----|------|-------------------------------|------|--------------------------------------|
| Π/ | c/ce | | Я | самостоятельную работу обучающихся и |

| П | р | дисциплины | трудо емкос ть (в часах | трудоемкость (в часах) | | | | | |
|-----|---------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------|--------|------|------|------------------------|-------------------------|
| | | | всего | Ауди занят | торные | уч. | Сам. | Планиру емые результат | Формы текущего контроля |
| | | | | Лек | Прак | Лаб. | та | ы обучения | Контроля |
| | Pa | дел 1. Общие сведения и | 6 | 2 | 2 | - | 2 | | |
| К | лассиф | икация уравнений в частных | | | | | | | |
| | | производных | | | | | | | |
| 1. | 5/9 | Тема: Общие сведения и | 6 | 2 | 2 | | 2 | ПК-7, | Золонио |
| 1. | 3/9 | классификация уравнений в | 0 | | 2 | _ | 2 | ПК-7, | Задание, тест в |
| | | частных производных | | | | | | 1110-0 | системе |
| | | Содержание: Определение. | | | | | | | Moodle |
| | | Примеры уравнений с | | | | | | | |
| | | частными производными. | | | | | | | |
| | | Методы решения уравнений с | | | | | | | |
| | | частными производными. | | | | | | | |
| | | Методы классификации | | | | | | | |
| | | уравнений в частных производных. | | | | | | | |
| P | 1 язлеп 2 | . Численные методы решения | 4 | _ | 2 | _ | 2 | | |
| 1 | | липтических уравнений | | | _ | | _ | | |
| | | J.F. | | | | | | | |
| 2. | 5/9 | Тема: Численные методы | 4 | - | 2 | - | 2 | ПК-7, | Задание, |
| | | решения эллиптических | | | | | | ПК-8 | тест в |
| | | уравнений | | | | | | | системе |
| | | Содержание: Решение задачи Дирихле уравнения Лапласа. | | | | | | | Moodle |
| | | Конечно-разностная частная | | | | | | | |
| | | производная. Конечно- | | | | | | | |
| | | разностная аппроксимация на | | | | | | | |
| | | частные производные. | | | | | | | |
| | | Чвные разностные схемы | 6 | 2 | 2 | - | 2 | | |
| ypa | внений | і параболического и | | | | | | | |
| элл | иптиче | еского типов | | | | | | | |
| 3. | 5/9 | Тема: Явные разностные | 6 | 2 | 2 | _ | 2 | ПК-7, | Задание, |
| . | | схемы уравнений | | _ | ~ | | ~ | ПК-8 | тест в |
| | | параболического и | | | | | | | системе |
| | | эллиптического типов | | | | | | | Moodle |
| | | Содержание: Прямоугольная | | | | | | | |
| | | сетка. Алгоритм вычислений по | | | | | | | |
| | | явной схеме. Примеры решения задач в пакете Mathcad. | | | | | | | |
| P92 | <u> </u> пел 4 Т | Неявная разностная схема для | 6 | 2 | 2 | _ | 2 | | |
| | | параболического типа | | | | | - | | |
| JP | | ************************************** | | | | | | | |
| 4. | 5/9 | Тема: Неявная разностная | 6 | 2 | 2 | - | 2 | ПК-7, | Задание, |
| | | схема для уравнения | | | | | | ПК-8 | тест в |
| | | | | | 1 | | | | <u> </u> |

| | | параболического типа <i>Содержание</i> : неявно- разностная схема. Схема | | | | | | | системе Moodle |
|-----|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|---|---|----|---------------|-----------------------------------------|
| | | Кранка-Никольсона. | | | | | | | |
| Pa | дел 5. | Численные методы решения | 10 | 2 | 4 | _ | 4 | | |
| | | нных дифференциальных | | | | | | | |
| | | й (ОДУ) | | | | | | | |
| • • | | | | | | | | | |
| 5. | 5/9 | Тема: Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) Содержание: Аппроксимация, устойчивость, сходимость. Теорема о связи аппроксимации, устойчивости, сходимости (основная теорема вычислительной математики). | 6 | 2 | 2 | - | 2 | ПК-7, ПК-8 | Задание, тест в системе Moodle |
| 6. | 5/9 | Тема: Численные методы решения задачи Коши обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) Содержание: Простейшие численные методы решения задачи Коши для ОДУ. Методы Рунге—Кутты решения ОДУ. | 4 | - | 2 | - | 2 | ПК-7, ПК-8 | Задание, тест в системе Moodle |
| Pa | дел 6. | Методы приближённого | 20 | 2 | 6 | - | 12 | | |
| pen | пения | краевых задач для ОДУ. | | | | | | | |
| | | ка задачи. Классификация | | | | | | | |
| прі | иближё | енных методов | | | | | | | |
| 7. | 5/9 | Тема: Краевая задача Содержание: Линейная краевая задача. Смешанная краевая задача. Классификация приближённых методов. | 8 | 2 | 2 | - | 4 | ПК-7, ПК-8 | Задание, тест в системе Moodle |
| 8. | 5/9 | Тема: Методы сведения краевых задач к начальным. Содержание: Метод пристрелки. Метод редукции. Метод дифференциальной прогонки. | 6 | - | 2 | - | 4 | ПК-7, ПК-8 | Задание, тест в системе Moodle |
| 9. | 5/9 | тема: Методы приближённого решения краевых задач для ОДУ Содержание: Метод коллокации. Метод Галёркина. Метод конечных элементов. | 6 | - | 2 | - | 4 | ПК-7, ПК-8 | Задание, тест в системе Moodle |
| Pa | дел 7. | Численное решение | 20 | 2 | 6 | - | 12 | | |
| | | ьных уравнений. Некоторые | | | | | | | |
| | | едения об интегральных | | | | | | | |
| ypa | внени | ях. | | | | | | | |
| 10. | 5/9 | Тема: Некоторые общие сведения об интегральных | 8 | 2 | 2 | - | 4 | ПК-7, | Задание, тест в |

| | | уравнениях Содержание: Понятия интегрального уравнения. Задача Абеля. Метод замены ядра на вырожденное. Квадратурные методы. | | | | | | ПК-8 | системе Moodle |
|-----|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|---|----|---------------|-----------------------------------------|
| 11. | 5/9 | Тема: Численное решение интегральных уравнений Фредгольма Содержание: Квадратурный метод решения интегральных уравнений Фредгольма. Каркас приближённого решения. | 6 | - | 2 | - | 4 | ПК-7, ПК-8 | Задание, тест в системе Moodle |
| 12. | 5/9 | Тема: Численное решение интегральных уравнений Вольтерра Содержание: Квадратурный метод решения интегральных уравнений Вольтерра. | 6 | - | 2 | - | 4 | ПК-7, ПК-8 | Задание, тест в системе Moodle |
| 13. | Итог | 11 | 72 | 12 | 24 | - | 36 | | |

ДЛЯ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

| для заочной фогмы обучения | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------|------------------------|--------------------------------------|------|------|-----------|----------|
| No | Кур | Раздел, тема, содержание темы | Обща | | Виды учебных занятий, включая | | | | |
| Π / | c/cec | дисциплины | Я | | самостоятельную работу обучающихся и | | | | |
| П | сия | | трудо | трудоемкость (в часах) | | | | | |
| | | | емкос | | | | | | |
| | | | ть (в | | | | | | |
| | | | часах | | | | | | |
| | | |) | | | | | | |
| | | | | | | | Ι α | Τ | |
| | | | всего | _ | торные | уч. | Сам. | Планиру | Формы |
| | | | | занят | 'КИ | | | емые | текущего |
| | | | | Пот | Пест | Поб | рабо | результат | контроля |
| | | | | Лек | Прак | Лаб. | та | ы | |
| | | | | | • | | | обучения | |
| | Pa ₃ | вдел 1. Общие сведения и | 6 | 2 | _ | _ | 4 | | |
| К. | классификация уравнений в частных | | | | | | | | |
| | производных | | | | | | | | |
| | | производных | | | | | | | |
| 14. | 6/2 | Тема: Общие сведения и | 6 | - | - | - | 6 | ПК-7, | Задание, |
| | | классификация уравнений в | | | | | | ПК-8 | тест в |
| | | частных производных | | | | | | | системе |
| | | Содержание: Определение. | | | | | | | Moodle |
| | | Примеры уравнений с | | | | | | | |
| | | частными производными. | | | | | | | |
| | | Методы решения уравнений с | | | | | | | |
| | | частными производными. | | | | | | | |
| | | Методы классификации | | | | | | | |
| | | уравнений в частных | | | | | | | |
| | | производных. | | | | | | | |
| Pa | аздел 2 | . Численные методы решения | 4 | - | 2 | - | 2 | | |
| | эл | липтических уравнений | | | | | | | |
| 15. | 6/2 | Тема: Численные методы | 4 | | 2 | _ | 2 | ПК-7, | Задание, |
| 15. | 0,2 | решения эллиптических | - | | | _ | | 1111/, | тест в |
| | l | pemenan sisinii in teekha | 1 | | l | l | 1 | I | 1001 B |

| | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
|-------|------------------|----------------------------------------------------|----|--------------|---|---|----|--------|----------|
| | | уравнений | | | | | | ПК-8 | системе |
| | | Содержание: Решение задачи | | | | | | | Moodle |
| | | Дирихле уравнения Лапласа. | | | | | | | |
| | | Конечно-разностная частная | | | | | | | |
| | | производная. Конечно- | | | | | | | |
| | | разностная аппроксимация на | | | | | | | |
| | | частные производные. | | | | | | | |
| Pas | дел 3. 2 | Явные разностные схемы | 6 | - | - | - | 6 | | |
| ypai | внени | й параболического и | | | | | | | |
| • - | | еского типов | | | | | | | |
| 30101 | | | | | | | | | |
| 16. | 6/2 | Тема: Явные разностные | 6 | - | - | - | 6 | ПК-7, | Задание, |
| | | схемы уравнений | | | | | | ПК-8 | тест в |
| | | параболического и | | | | | | | системе |
| | | эллиптического типов | | | | | | | Moodle |
| | | Содержание: Прямоугольная | | | | | | | |
| | | сетка. Алгоритм вычислений по | | | | | | | |
| | | явной схеме. Примеры решения | | | | | | | |
| | | задач в пакете Mathcad. | | | | | | | |
| Pasi | леп 4 - 1 | Неявная разностная схема для | 6 | | 2 | _ | 4 | | |
| | | я параболического типа | U | | | | • | | |
| ypa | внени | я параоолического типа | | | | | | | |
| 17. | 6/2 | Тема: Неявная разностная | 6 | _ | 2 | _ | 4 | ПК-7, | Задание, |
| | 0 | схема для уравнения | | | _ | | - | ПК-8 | тест в |
| | | | | | | | | 11110 | системе |
| | | параболического типа | | | | | | | Moodle |
| | | Содержание: неявно- | | | | | | | Wiodale |
| | | разностная схема. Схема | | | | | | | |
| | | Кранка-Никольсона. | | | | | | | |
| Pas | дел 5. 1 | Численные методы решения | 10 | - | - | - | 10 | | |
| | | нных дифференциальных | | | | | | | |
| | | й (ОДУ) | | | | | | | |
| JPu | Direini | (0Д1) | | | | | | | |
| 18. | 6/2 | Тема: Численные методы | 6 | - | - | - | 6 | ПК-7, | Задание, |
| | | решения обыкновенных | | | | | | ПК-8 | тест в |
| | | дифференциальных | | | | | | | системе |
| | | уравнений (ОДУ) | | | | | | | Moodle |
| | | Содержание: Аппроксимация, | | | | | | | |
| | | устойчивость, сходимость. | | | | | | | |
| | | Теорема о связи | | | | | | | |
| | | аппроксимации, устойчивости, | | | | | | | |
| | | сходимости (основная теорема | | | | | | | |
| | | вычислительной математики). | | | | | | | |
| 19. | 6/2 | Тема: Численные методы | 4 | <u> </u> | _ | _ | 4 | ПК-7, | Задание, |
| -/- | 0,2 | решения задачи Коши | | | | | ' | ПК-7, | тест в |
| | | обыкновенных | | | | | | 1110-0 | системе |
| | | дифференциальных | | | | | | | Moodle |
| | | уравнений (ОДУ) | | | | | | | Wiodie |
| | | уравнении (ОДУ) Содержание: Простейшие | | | | | | | |
| | | - | | | | | | | |
| | | численные методы решения | | | | | | | |
| | | задачи Коши для ОДУ. Методы | | | | | | | |
| Dear | | Рунге-Кутты решения ОДУ. | 20 | | | | 20 | | |
| | | Методы приближённого краевых задач для ОДУ. | 20 | - | _ | _ | 20 | | |
| | | краевых задач для Оду. ка задачи. Классификация | | | | | | | |
| 1100 | танов | ка задачи. классификация | | | | 1 | | j | |

| при | ближё | енных методов | | | | | | | |
|------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|---|---|----|---------------|-----------------------------------------|
| 20. | 6/2 | Тема: Краевая задача Содержание: Линейная краевая задача. Смешанная краевая задача. Классификация приближённых методов. | 8 | - | - | - | 8 | ПК-7, ПК-8 | Задание, тест в системе Moodle |
| 21. | 6/2 | Тема: Методы сведения краевых задач к начальным. Содержание: Метод пристрелки. Метод редукции. Метод дифференциальной прогонки. | 6 | - | - | - | 6 | ПК-7, ПК-8 | Задание, тест в системе Moodle |
| 22. | 6/2 | Тема: Методы приближённого решения краевых задач для ОДУ Содержание: Метод коллокации. Метод Галёркина. Метод конечных элементов. | 6 | - | - | - | 6 | ПК-7, ПК-8 | Задание, тест в системе Moodle |
| инт обц | егралі | Численное решение ьных уравнений. Некоторые едения об интегральных ях. | 16 | - | - | - | 16 | | |
| 23. | 6/2 | Тема: Некоторые общие сведения об интегральных уравнениях Содержание: Понятия интегрального уравнения. Задача Абеля. Метод замены ядра на вырожденное. Квадратурные методы. | 4 | - | - | - | 4 | ПК-7, ПК-8 | Задание, тест в системе Moodle |
| 24. | 6/2 | Тема: Численное решение интегральных уравнений Фредгольма Содержание: Квадратурный метод решения интегральных уравнений Фредгольма. Каркас приближённого решения. | 6 | - | - | - | 6 | ПК-7, ПК-8 | Задание, тест в системе Moodle |
| 25. | 6/2 | Тема: Численное решение интегральных уравнений Вольтерра Содержание: Квадратурный метод решения интегральных уравнений Вольтерра. | 6 | - | - | - | 6 | ПК-7, ПК-8 | Задание, тест в системе Moodle |
| 26. | 6/2 | контроль | 4 | | | | | | |
| 27. | Итог | 0 | 72 | 2 | 4 | - | 62 | | |

5.2. Тематика лекционных занятий

- 1. Общие сведения и классификация уравнений в частных производных
- 2. Численные методы решения эллиптических уравнений
- 3. Явные разностные схемы уравнений параболического и эллиптического типов
- 4. Неявная разностная схема для уравнения параболического типа
- 5. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ)

- 6. Численные методы решения задачи Коши обыкновенных дифференциальных уравнений
- 7. Краевая задача
- 8. Методы сведения краевых задач к начальным.
- 9. Методы приближённого решения краевых задач для ОДУ
- 10. Некоторые общие сведения об интегральных уравнениях
- 11. Численное решение интегральных уравнений Фредгольма
- 12. Численное решение интегральных уравнений Вольтерра

5.3. Тематика практических занятий

- 1. Методы решения уравнений с частными производными
- 2. Решение задачи Дирихле уравнения Лапласа
- 3. Экстраполяционные методы Адамса-Башфорта
- 4. Методы прогноза и коррекции
- 5. Методы Рунге-Кутты решения ОДУ
- 6. Краевая задача
- 7. Метод пристрелки
- 8. Метод редукции
- 9. Метод дифференциальной прогонки
- 10. Методы приближённого решения краевых задач для ОДУ
- 11. Квадратурные методы
- 12. Квадратурный метод решения интегральных уравнений Фредгольма
- 13. Квадратурный метод решения интегральных уравнений Вольтерра

5.4. Тематика лабораторных работ

Учебным планом не предусмотрены

5.5. Примерная тематика курсовых работ

Учебным планом не предусмотрены

6. Образовательные технологии

При проведении учебных занятий по дисциплине используются традиционные и инновационные, в том числе информационные образовательные технологии, включая при необходимости применение активных и интерактивных методов обучения.

Традиционные образовательные технологии реализуются, преимущественно, в процессе лекционных и практических (семинарских, лабораторных) занятий. Инновационные образовательные технологии используются в процессе аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов в виде применения активных и интерактивных методов обучения.

Информационные образовательные технологии реализуются в процессе использования электронно-библиотечных систем, электронных образовательных ресурсов и элементов электронного обучения в электронной информационно-образовательной среде для активизации учебного процесса и самостоятельной работы студентов.

Развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений и лидерских качеств при проведении учебных занятий.

Практические (семинарские занятия относятся к интерактивным методам обучения и обладают значительными преимуществами по сравнению с традиционными методами обучения, главным недостатком которых является известная изначальная пассивность субъекта и объекта обучения.

Практические занятия могут проводиться в форме групповой дискуссии, «мозговой атаки», разборка кейсов, решения практических задач и др. Прежде, чем дать группе информацию, важно подготовить участников, активизировать их ментальные процессы, включить их внимание, развивать кооперацию и сотрудничество при принятии решений.

Методические рекомендации по проведению различных видов практических (семинарских) занятий.

1. Обсуждение в группах

Групповое обсуждение какого-либо вопроса направлено на нахождении истины или достижение лучшего взаимопонимания, Групповые обсуждения способствуют лучшему усвоению изучаемого материала.

На первом этапе группового обсуждения перед обучающимися ставится проблема, выделяется определенное время, в течение которого обучающиеся должны подготовить аргументированный развернутый ответ.

Преподаватель может устанавливать определенные правила проведения группового обсуждения:

- задавать определенные рамки обсуждения (например, указать не менее 5.... 10 ошибок);
- ввести алгоритм выработки общего мнения (решения);
- назначить модератора (ведущего), руководящего ходом группового обсуждения.

На втором этапе группового обсуждения вырабатывается групповое решение совместно с преподавателем (арбитром).

Разновидностью группового обсуждения является круглый стол, который проводится с целью поделиться проблемами, собственным видением вопроса, познакомиться с опытом, достижениями.

2. Публичная презентация проекта

Презентация – самый эффективный способ донесения важной информации как в разговоре «один на один», так и при публичных выступлениях. Слайд-презентации с использованием мультимедийного оборудования позволяют эффективно и наглядно представить содержание изучаемого материала, выделить и проиллюстрировать сообщение, которое несет поучительную информацию, показать ее ключевые содержательные пункты. Использование интерактивных элементов позволяет усилить эффективность публичных выступлений.

3. Дискуссия

Как интерактивный метод обучения означает исследование или разбор. Образовательной дискуссией называется целенаправленное, коллективное обсуждение конкретной проблемы (ситуации), сопровождающейся обменом идеями, опытом, суждениями, мнениями в составе группы обучающихся.

Как правило, дискуссия обычно проходит три стадии: ориентация, оценка и консолидация. Последовательное рассмотрение каждой стадии позволяет выделить следующие их особенности.

Стадия ориентации предполагает адаптацию участников дискуссии к самой проблеме, друг другу, что позволяет сформулировать проблему, цели дискуссии; установить правила, регламент дискуссии.

В стадии оценки происходит выступление участников дискуссии, их ответы на возникающие вопросы, сбор максимального объема идей (знаний), предложений, пресечение преподавателем (арбитром) личных амбиций отклонений от темы дискуссии.

Стадия консолидации заключается в анализе результатов дискуссии, согласовании мнений и позиций, совместном формулировании решений и их принятии.

В зависимости от целей и задач занятия, возможно, использовать следующие виды дискуссий: классические дебаты, экспресс-дискуссия, текстовая дискуссия, проблемная дискуссия, ролевая (ситуационная) дискуссия.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций

| Уровни | | K | Качественные критерии оценивание | | | | | | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------------|----------------------------------|--------------------------------|----------|--|--|--|--|--|
| сформированн ости компетенций | Индикаторы | 2 балла | 3 балла | 4 балла | 5 баллов | | | | | |
| | ПК-7 | | | | | | | | | |
| Базовый | Знать: | Не знает | В целом знает | Знает | | | | | | |
| | сущность и роль | сущность и роль | сущность и роль | сущность и роль | | | | | | |
| | моделирования в науке, владеет | • | | моделирования в науке, владеет | | | | | | |

| | этапов моделирования, в том числе интерпретации и анализа качества модели, пониманием критериев качества математических исследований, принципов экспериментальной и эмпирической | этапов моделирования, в том числе интерпретации и анализа качества модели, пониманием критериев качества математических исследований, | этапов моделирования, в том числе интерпретации и анализа качества модели, пониманием критериев качества математических исследований, принципов экспериментальной и эмпирической проверки научных | интерпретации и анализа качества модели, пониманием критериев качества математических исследований, принципов экспериментальной | |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | математики. Готов использовать моделирование для обучения школьников, довести до их понимания, | подхода в школьном курсе математики. Готов использовать моделирование для обучения школьников, довести до их понимания, как модели иллюстрируют | использовать моделирование для обучения школьников, довести до их понимания, как модели иллюстрируют связь | подхода в школьном курсе математики. Готов использовать моделирование для обучения школьников, довести до их понимания, как модели иллюстрируют | |
| | универсальным языком науки, средством моделирования явлений и процессов, способен строить математические модели и их визуализации для решения практических задач и проблем, в том | Не владеет математикой как универсальным языком науки, средством моделирования явлений и процессов, способен строить математические модели и их визуализации для решения практических | В целом владеет математикой как универсальным языком науки, средством моделирования явлений и процессов, способен строить математические модели и их визуализации для решения практических задач и проблем, в том числе в смежных науках | владеет математикой как универсальным языком науки, средством моделирования явлений и процессов, способен строить математические модели и их визуализации для решения практических задач и проблем, в том числе в смежных науках | |
| Повышенный | | | | | В полном объёме Знает: сущность и роль моделирования в науке, владеет технологией реализации всех этапов моделирования, в том числе интерпретации и |

| | | | | | анализа качества модели, пониманием критериев качества математических исследований, принципов экспериментально й и эмпирической проверки научных теорий |
|---------|---------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | | | В полном |
| | | | | | объёме |
| | | | | | умеет: применять технологию модельного подхода школьном курсе математики. Готов |
| | | | | | использовать |
| | | | | | моделирование для обучения школьников, |
| | | | | | довести до их понимания, как модели |
| | | | | | иллюстрируют связь математики с окружающим |
| | | | | | миром |
| | | | | | В полном |
| | | | | | объёме |
| | | | | | владеет: математикой как универсальным языком науки, средством |
| | | | | | моделирования явлений и процессов, способен строить |
| | | | | | математические модели и их |
| | | | | | визуализации для решения практических |
| | | | | | задач и проблем, в том числе в смежных науках |
| | | П | K-8 | | |
| Базовый | Знать: | Не знает: | В целом знает: | Знает: | |
| | основные идеи и методы математики | | основные идеи и методы математики | | |
| | (информатики); значение | математики (информатики); | (информатики); значение | (информатики); значение | |
| | математической науки, ее методов | значение математической | математической науки, ее методов | математической науки ее метолов | |
| | для решения задач, | науки, ее методов | для решения задач, | для решения задач, | |
| | возникающих в теории и практике; широту и в то же время | задач, | теории и практике; широту и в то же | | |
| | ограниченность применения | широту и в то же время | • | ограниченность применения | |

| | математических методов к анализу и исследованию процессов и явлений природе и обществе; способен применить это знание в своей педагогической деятельности при реализации образовательного процесса. | математических методов к анализу и исследованию процессов и явлений природе и обществе; способен применить это | явлений природе и обществе; способен применить это знание в своей педагогической деятельности при реализации образовательного | и исследованию процессов и явлений природе и | |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Уметь: использовать приобретенные знания и навыки в практической деятельности, для решения прикладных (исследовательских) задач, в том числе социально- экономических, физических, профессиональной | практической деятельности, для решения прикладных (исследовательски | решения прикладных (исследовательских) задач, в том числе социально- экономических, физических, | использовать приобретенные знания и навыки в практической деятельности, для решения прикладных (исследовательских | |
| | деятельности Владеть: базовыми знаниями по основным разделам классической математики (информатики) и умеет их применять в своей профессиональной деятельности; аксиоматическим методом, знает систему основных математических структур и может их применить в профессиональной деятельности | Не владеет: базовыми знаниями по основным разделам классической математики (информатики) и умеет их применять в своей профессиональной деятельности; аксиоматическим методом, знает систему основных математических структур и может их применить в профессиональной деятельности | деятельности В целом владеет: базовыми знаниями по основным разделам классической математики (информатики) и умеет их применять в своей профессиональной деятельности; аксиоматическим методом, знает систему основных математических структур и может их применить в профессиональной | деятельности Владеет: базовыми знаниями по основным разделам классической математики (информатики) и умеет их применять в своей профессиональной деятельности; аксиоматическим методом, знает систему основных математических структур и может их применить в профессиональной деятельности | |
| Повышенный | | долгольности | деятельности | | В полном объёме знает: основные идеи и методы математики (информатики); значение математической науки, ее методов для решения задач, возникающих в теории и практике; широту и в то же время ограниченность |

| I. | I . | | |
|--------|-----|-----|------------------------------------|
| | | | применения |
| | | | математических |
| | | | методов к анализу |
| | | | и исследованию |
| | | | процессов и явлений природе |
| | | | и обществе; |
| | | | способен |
| | | | применить это |
| | | | знание в своей |
| | | | педагогической |
| | | | деятельности при |
| | | | реализации |
| | | | образовательного процесса |
| | | | _ |
| | | | В полном |
| | | | объёме |
| | | | умеет: |
| | | | использовать |
| | | | приобретенные |
| | | | знания и навыки в |
| | | | практической деятельности, для |
| | | | решения |
| | | | прикладных |
| | | | (исследовательски |
| | | | х) задач, в том |
| | | | числе социально- |
| | | | экономических, |
| | | | физических, |
| | | | профессионально й деятельности |
| | İ | | _ |
| | | | В полном |
| | | | объёме |
| | | | владеет: |
| | | | базовыми |
| | | | знаниями по |
| | | | основным |
| | | | разделам |
| | | | классической математики |
| | | | (информатики) и |
| | | | умеет их |
| | | | применять в своей |
| | | | профессионально |
| | | | й деятельности; |
| | | | аксиоматическим |
| | | | методом, знает |
| | | | систему основных |
| | | | математических структур и может |
| | | | их применить в |
| | | | профессионально |
| 1 | Í. | i l | |
| | | | й деятельности |

7.2. Типовые индивидуальные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.2.1. Примерные вопросы к итоговой аттестации (зачёт)

Для формирования следующих компетенций:

ПК-7: Способен моделировать явления и процессы, пользоваться построением моделей для решения практических задач и проблем в своей профессиональной деятельности, формировать банки моделей и задач, решаемых с их помощью, а также визуализаций этих моделей; ПК-8: Способен демонстрировать знание основных положений и концепций

- 1. Задача Коши. Существование и единственность задачи Коши. Геометрический смысл.
- 2. Понятие численного решения задачи Коши.
- 3. Методы решения уравнений с частными производными.
- 4. Методы классификации уравнений в частных производных.
- 5. Явные разностные схемы уравнений параболического типа.
- 6. Явные разностные схемы уравнений эллиптического типа.
- 7. Неявная разностная схема для уравнения параболического типа
- 8. Решение уравнений с частными производными методом Монте-Карло
- 9. Решение систем дифференциальных уравнений первого порядка.
- 10. Численное решение дифференциальных уравнений высших порядков.
- 11. Семейство методов Рунге-Кутты. Методы второго порядка.
- 12. Методы Рунге-Кутты произвольного и четвёртого порядков.
- 13. Пошаговый контроль точности. Метод Кутты Мерсона.
- 14. Многошаговые методы Адамса.
- 15. Экстраполяционные методы Адамса-Башфорта.
- 16. Предиктор-корректорные методы Адамса.
- 17. Метод Милна четвёртого порядка.
- 18. Общий вид линейных многошаговых методов. Условия согласованности.
- 19. Методы Адамса Штёрмера..
- 20. Общая схема решения задач численного анализа. Аппроксимация.
- 21. Общая схема решения задач численного анализа устойчивость, сходимость.
- 22. Простейшие разностные аппроксимации задачи Коши.
- 23. Глобальная погрешность метода Эйлера.
- 24. Линейные разностные уравнения с постоянными коэффициентами.
- 25. Устойчивость и неустойчивость некоторых простейших разностных схем. Метод Эйлера.
- 26. Устойчивость и неустойчивость некоторых простейших разностных схем. Неявный метод Эйлера.
- 27. Устойчивость и неустойчивость некоторых простейших разностных схем. Уточнённый метод Эйлера.
- 28. Исследование устойчивости многошаговых методов.
- 29. Жёсткие уравнения и системы.
- 30. А и А (α) -устойчивость. Чисто неявные схемы.
- 31. А устойчивость неявного двухшагового разностного метода второго порядка.
- 32. Методы приближённого решения краевых задач для ОДУ. Постановка задачи. Классификация приближённых методов.
- 33. Методы сведения краевых задач к начальным. Метод пристрелки.
- 34. Методы сведения краевых задач к начальным. Метод редукции.
- 35. Методы сведения краевых задач к начальным. Метод дифференциальной прогонки.
- 36. Метод конечных разностей.
- 37. Метод коллокации.
- 38. Метод Галёркина.
- 39. Метод конечных элементов.
- 40. Вариационные методы (наименьших квадратов, Ритца).
- 41. Некоторые общие сведения об интегральных уравнениях.
- 42. Квадратурный метод решения интегральных уравнений Фредгольма.
- 43. Квадратурный метод решения интегральных уравнений Вольтерра.

7.2.2. Перечень примерных тем для рефератов

- 1. Средства пакета MATHCAD для решения обыкновенных дифференциальных уравнений.
- 2. Численные методы решения эллиптических уравнений.
- 3. Явные разностные схемы для параболического и эллиптического типов.
- 4. Неявная разностная схема для уравнения параболического типа.
- 5. Решение уравнений с частными производными методом Монте-Карло.
- 6. Решение уравнения Пуассона.

<u>Критерий оценивания ответа на зачёте по дисциплине</u> «Численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений»:

| 2-балльная шкала | Показатели | Критерии |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Зачтено Неудовлетвори- тельно | Полнота изложения теоретического материала; Полнота и правильность решения практического задания; Правильность и/или аргументированность изложения (последовательность действий); Самостоятельность ответа; Культура речи; и тд. | Дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок. Дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено, т.е студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя. |
| | | |

7.2.3. Типовые контрольные работы

Для формирования следующих компетенций:

ПК-7: Способен моделировать явления и процессы, пользоваться построением моделей для решения практических задач и проблем в своей профессиональной деятельности, формировать банки моделей и задач, решаемых с их помощью, а также визуализаций этих моделей; ПК-8: Способен демонстрировать знание основных положений и концепций классических разделов математической науки (информатики) и применять их при реализации образовательного процесса

Контрольная работа № 1

«Численное решение дифференциальных уравнений первого порядка»

Дано дифференциальное уравнение и начальное условие:

Вариант 1

$$y' = \frac{3x^2 \cos(y^2 - x^3)}{2\sqrt{1 + x^3} \cos(1)}, \quad y(0) = 1;$$

Вариант 2

$$y' = \frac{2xe^{xy}}{(1+x^2)^{1+x}},$$
 $y(0) = 0;$

1. Заполните таблицу

| X | | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1 |
|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| у | , | | | | | | | | | | | |

приближёнными значениями решения данной задачи Коши, вычисленными с точностью $\varepsilon = 10^{-8}$ методом, Рунге-Кутты с автоматическим выбором шага или методом Кутты-Мерсона (указать окончательный расчётный шаг в каждой точке таблицы).

2. Взяв из таблицы п.1 первые четыре значения решения, продолжить вычисления до точки x=1 с фиксированным шагом h=0.1 методом Милна и предиктор-корректорным методом Адамса четвёртого порядка. Подсчитать главные части получаемых при этом на каждом шаге погрешностей.

Контрольная работа №2

«Численное решение задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка»

Дана задача Коши:

Вариант 1

$$y'' = \frac{\sqrt{x + y^2}}{4\sqrt{2}x^2}, \quad y(1) = 1, \quad y'(1) = 0.5;$$

Вариант 2

$$y'' = \frac{\sqrt{y^2 - x}}{2\sqrt{3}x^2},$$
 $y(1) = 2,$ $y'(1) = 1,$

На отрезке [1,2] построить таблицу значений её решения y(x) с шагом h=0.1 и заданной точностью $\varepsilon = 10^{-6}$, применяя:

- а) сведение к системе дифференциальных уравнений первого порядка с последующим численным интегрированием её методом Рунге-Кутты или Кутты-Мерсона;
- б) предиктор-корректорные методы Адамса непосредственно к данной задаче.

Указать окончательный расчётный шаг, обеспечивающий заданную точность в каждом случае.

Контрольная работа №3

«Численное решение линейной краевой задачи»

Дана краевая задача:

Вариант 1.

$$y'' - \frac{y'}{x} - \frac{3y}{x^2} = \frac{3}{x^2}, \quad y(0,7) + 0.7y'(0/7) = -1, \quad y(1) = 0;$$

Вариант 2.

$$y'' + \frac{y'}{x+2} + \frac{(4x+7)y}{4(x+3)^2} = \frac{1}{\sqrt{x+1}}, \quad y(2) = 2, \quad y(2,3) = 8,6y'(2,3);$$

На промежутке, определяемом данными краевыми условиями:

- с точностью $\varepsilon = 10^{-6}$ построить каркас решения y(x) на сетке с шагом h_0 =0.1 конечноразностным методом второго порядка и противопотоковым методом (указать шаг расчётной сетки, при котором обеспечивается эта точность в каждом методе);
 - применить методы Галёркина и коллокации с тремя-четырьмя базисными функциями;
- решить краевую задачу путём сведения её к задаче Коши (методом редукции или дифференциальной прогонки).
- Результаты пунктов 2,3 сравнить с результатами пункта 1 (дать сводную таблицу значений приближённых решений на сетке с шагом h_0 .

Контрольная работа №4

«Квадратурный метод решения интегральных уравнений»

Для уравнений

$$x(t) = \int_{0}^{2} Q(t,s)x(s)ds + f(t)$$

$$u$$

$$\int_{1}^{t} K(t,s)x(s)ds = F(t)$$
(2)

заданы ядра и свободные члены:

Вариант1.

$$Q(t,s) = 2\ln\frac{1+s}{1+t^2}, f(t) = t^2 - t + 1;$$

$$K(t,s) = t + \sqrt{s}, F(t) = 2t\sqrt{t} - t - 1;$$

Вариант 2.

$$Q(t,s) = t + \ln(1+s),$$
 $f(t) = 1 - \frac{t^2}{t+1};$
 $K(t,s) = \frac{\sqrt{s} - t}{s},$ $F(t) = 3t - 2t\sqrt{t} - 1;$

- 1. На сетке точек t_i отрезка [0,2] с шагом сетки h_i =0.5 построить каркас приближённого решения уравнения (1) с точностью $\mathcal{E}=10^{-6}$, пользуясь какой-либо квадратурной формулой замкнутого типа и применяя сгущающиеся расчётные сетки для обеспечения заданной точности. На основе полученного каркаса записать приближённое решение в виде непрерывной функции и с её помощью вычислить приближённые значения x(1/e) и $x(\pi/2)$.
- 2. Применяя квадратурную формулу прямоугольников на отрезке [1,2] с шагом h_2 =0.2, найти каркас приближённого решения уравнения (2) с точностью $\varepsilon = 10^{-4}$. Представить полученное

дискретное решение интерполяционным многочленом третьей степени, построенным по ервым четырём узлам заданной сетки, и, пользуясь этим приближённо $x(e^2/5)$ b x ($\pi^2/9$).

Критерии оценки индивидуальных заданий по дисциплине «Численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений»:

| " Intertentible life | оды решения дифференці | тальных и интегральных уравнении. |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4-балльная шкала | Показатели | Критерии |
| | 1. Полнота выполнения практического задания; 2. Своевременность выполнения задания; 3. Последовательность и рациональность | Задание решено самостоятельно. При этом составлен правильный алгоритм решения задания, в логических рассуждениях, в выборе формул и решении нет ошибок, получен верный ответ, задание решено рациональным |
| | выполнения задания; | способом. |
| | 4. <u>Самостоятельность</u> решения; 5. <u>и т.д.</u> | Задание решено с помощью преподавателя. При этом составлен правильный алгоритм решения задания, в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок; правильно сделан выбор формул для решения; есть объяснение решения, но задание решено нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ. |
| Удовлетворительно Неудовлетвори- | | Задание решено с подсказками преподавателя. При этом задание понято правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в выборе формул или в математических расчетах; задание решено не полностью или в общем виде. Задание не решено. |
| тельно | | |

7.3. Бально-рейтинговая система оценки знаний бакалавров

Согласно Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний бакалавров баллы выставляются в соответствующих графах журнала (см. «Журнал учета балльно-рейтинговых показателей студенческой группы») в следующем порядке:

«Посещение» - 2 балла за присутствие на занятии без замечаний со стороны преподавателя; 1 балл за опоздание или иное незначительное нарушение дисциплины; 0 баллов за пропуск одного занятия (вне зависимости от уважительности пропуска) или опоздание более чем на 15 минут или иное нарушение дисциплины.

«Активность» - от 0 до 5 баллов выставляется преподавателем за демонстрацию студентом знаний во время занятия письменно или устно, за подготовку домашнего задания, участие в дискуссии на заданную тему и т.д., то есть за работу на занятии. При этом преподаватель должен опросить не менее 25% из числа студентов, присутствующих на практическом занятии.

«Контрольная работа» или «тестирование» - от 0 до 5 баллов выставляется преподавателем по результатам контрольной работы или тестирования группы, проведенных во внеаудиторное время. Предполагается, что преподаватель по согласованию с деканатом проводит подобные мероприятия по выявлению остаточных знаний студентов не реже одного раза на каждые 36 часов аудиторного времени.

«Отработка» - от 0 до 2 баллов выставляется за отработку каждого пропущенного лекционного занятия и от 0 до 4 баллов может быть поставлено преподавателем за отработку

студентом пропуска одного практического занятия или практикума. За один раз можно отработать не более шести пропусков (т.е., студенту выставляется не более 18 баллов, если все пропущенные шесть занятий являлись практическими) вне зависимости от уважительности пропусков занятий.

«Пропуски в часах всего» - количество пропущенных занятий за отчетный период умножается на два (1 занятие=2 часам) (заполняется делопроизводителем деканата).

«Пропуски по неуважительной причине» - графа заполняется делопроизводителем деканата.

«Попуски по уважительной причине» - графа заполняется делопроизводителем деканата.

«Корректировка баллов за пропуски» - графа заполняется делопроизводителем деканата.

«Итого баллов за отчетный период» - сумма всех выставленных баллов за данный период (графа заполняется делопроизводителем деканата).

Таблица перевода балльно-рейтинговых показателей в отметки традиционной системы опенивания

| Соотношение | 0/2 | 1/3 | 1/2 | 2/3 | 1/1 | 3/2 | 2/1 | 3/1 | 2/0 | Соответствие |
|--------------|-----|------|------|-----|-----|-----|------|------|-----|---------------------|
| часов | | | | | | | | | | отметки |
| лекционных и | | | | | | | | | | коэффициенту |
| практических | | | | | | | | | | |
| занятий | | | | | | | | | | |
| Коэффициент | 1,5 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | «зачтено» |
| соответствия | | | | | | | | | | |
| балльных | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | «удовлетворительно» |
| показателей | | | | | | | | | | |
| традиционной | 2 | 1,75 | 1,65 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,35 | 1,25 | - | «хорошо» |
| отметке | | | | | | | | | | |
| | 3 | 2,5 | 2,3 | 2,2 | 2 | 1,8 | 1,7 | 1,5 | _ | «онрипто» |
| | | | | | | | | | | |

Необходимое количество баллов для выставления отметок («зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично») определяется произведением реально проведенных аудиторных часов (n) за отчетный период на коэффициент соответствия в зависимости от соотношения часов лекционных и практических занятий согласно приведенной таблице.

«Журнал учета балльно-рейтинговых показателей студенческой группы» заполняется преподавателем на каждом занятии.

В случае болезни или другой уважительной причины отсутствия студента на занятиях, ему предоставляется право отработать занятия по индивидуальному графику.

Студенту, набравшему количество баллов менее определенного порогового уровня, выставляется оценка "неудовлетворительно" или "незачтено". Порядок ликвидации задолженностей и прохождения дальнейшего обучения регулируется на основе действующего законодательства РФ и локальных актов КЧГУ.

Текущий контроль по лекционному материалу проводит лектор, по практическим занятиям – преподаватель, проводивший эти занятия. Контроль может проводиться и совместно.

8.Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8.1. Основная литература:

- 1. Денежкина, И. Е. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Численные методы" / И. Е. Денежкина. Москва : Финансовая академия, 2004. 22 с. URL: https://znanium.com/catalog/product/497494 Режим доступа: по подписке.- Текст: электронный.
- 2. **Пантелеев, А. В.** Численные методы. Практикум: учебное пособие / А.В. Пантелеев, И.А. Кудрявцева. Москва: ИНФРА-М, 2020. 512 с. -(Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-012333-2. URL:

- https://znanium.com/catalog/product/1028969 Режим доступа: по подписке.- Текст: электронный.
- 3. **Шевченко, А.** С. Лабораторный практикум по численным методам: практикум / А.С. Шевченко. Москва: ИНФРА-М, 2018. 199 с. (Высшее образование).- ISBN 978-5-16-106606-5.- URL: https://znanium.com/catalog/product/966104 Режим доступа: по подписке.- Текст: электронный.
- Жукова, Г. С. Дифференциальные уравнения: учебник / Г. С. Жукова. Москва: ИНФРА-М, 2020. 504 с. (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-015970-6. URL: https://znanium.com/catalog/product/1072180 Режим доступа: по подписке. Текст: электронный.
- 5. **Коган, Е. А.** Обыкновенные дифференциальные уравнения и вариационное исчисление: учебное пособие / Е. А. Коган. Москва: ИНФРА-М, 2020. 293 с. (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-015817-4. URL: https://znanium.com/catalog/product/1058922 Режим доступа: по подписке. Текст: электронный.

8.2. Дополнительная литература:

- 1. Белов, Ю.Я. Аппроксимация и корректность краевых задач для дифференциальных уравнений: учебное пособие / Ю. Я. Белов, Р. В. Сорокин, И. В. Фроленков. Красноярск: СФУ, 2012. 172 с. ISBN 978-5-7638-2499-5. URL: https://znanium.com/catalog/product/491959 Режим доступа: по подписке. Текст: электронный.
- 2. Егоров, А. И. Обыкновенные дифференциальные уравнения и система Maple : учебное пособие / А. И. Егоров. Москва : СОЛОН-Пресс, 2020. 392 с. ISBN 978-5-91359-205-7. URL: https://znanium.com/catalog/product/1858784
 - Режим доступа: по подписке. Текст: электронный.
- 3. Жукова, Г. С. Дифференциальные уравнения в примерах и задачах: учебное пособие / Г. С. Жукова. Москва: ИНФРА-М, 2021. 348 с. (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-015971-3. URL: https://znanium.com/catalog/product/1072182 Режим доступа: по подписке. Текст: электронный.
- 4. Ледовская, Е. В. Решение дифференциальных уравнений I порядка и некоторых видов дифференциальных уравнений старшего порядка: методические указания к типовому расчету / Е. В. Ледовская, Н. Б. Махова. Москва: МГАВТ, 2007. 2. Текст: электронный. URL: https://znanium.com/catalog/product/401063
 - Режим доступа: по подписке. Текст: электронный.
- 5. Ефремова, Н. А. Обыкновенные дифференциальные уравнения второго порядка и системы обыкновенных дифференциальных уравнений: учебно-методическое пособие к практическим занятиям по математике / Н. А. Ефремова. Москва: РУТ (МИИТ), 2018. 20 с. URL: https://znanium.com/catalog/product/1896884
 - Режим доступа: по подписке. Текст : электронный.
- 6. **Осадчий, Ю. М.** Дифференциальные уравнения: учебное пособие / Ю.М. Осадчий. Москва: ИНФРА-М, 2019. 157 с. ISBN 978-5-16-107965-2. URL: https://znanium.com/catalog/product/1039633 Режим доступа: по подписке. Текст: электронный.

7. Пантелеев, А. В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Практикум: учебное пособие / А. В. Пантелеев, А. С. Якимова, К. А. Рыбаков. — Москва: ИНФРА-М, 2019. — 432 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011973-1. - - URL: https://znanium.com/catalog/product/1010761 — Режим доступа: по подписке. — Текст: электронный.

9. Методические указания для обучающихся по освоению учебной дисциплины (модуля)

| фил обо пон | писание конспекта лекций: краткое, схематичное, последовательное ксирование основных положений, выводов, формулировок, общений; выделение ключевых слов, терминов. Проверка терминов, нятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с писыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросы, терминов, териала, вызывающего трудности. Если самостоятельно не удается вобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| мат раз | еподавателю на консультации, на практическом занятии. |
| занятия отв | онспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ветов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой тературы, работа с текстом |
| работа/ спр индивидуальные пол задания явл | акомство с основной и дополнительной литературой, включая равочные издания, зарубежные источники, конспект основных ложений, терминов, сведений, требующих для запоминания и ляющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к очитанным литературным источникам и др. |
| ОТ | ферат: Поиск литературы и составление библиографии, использование 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы накомиться со структурой и оформлением реферата. |
| <u> </u> | бота с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным просам и др. |
| работа нов пре Сап 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. | Предиктор-корректорные методы Адамса. Метод Милна четвёртого порядка. |

| | 10. Простейшие разностные аппроксимации задачи Коши. | | | | | | |
|--------------|-----------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| | 1. Глобальная погрешность метода Эйлера. | | | | | | |
| | 12. Линейные разностные уравнения с постоянными коэффициентами. | | | | | | |
| | 13. Исследование устойчивости многошаговых методов. | | | | | | |
| | 14. Жёсткие уравнения и системы. | | | | | | |
| | 15. А - и А (α) -устойчивость. Чисто неявные схемы. | | | | | | |
| | 16. А - устойчивость неявного двухшагового разностного метода | | | | | | |
| | второго порядка. | | | | | | |
| | 17. Вариационные методы (наименьших квадратов, Ритца). | | | | | | |
| | Подготовка к текущему контролю, к промежуточной аттестации. | | | | | | |
| Подготовка к | При подготовке к зачёту необходимо ориентироваться на конспекты | | | | | | |
| | лекций, рекомендуемую литературу и др. | | | | | | |
| | | | | | | | |

10. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля)

10.1. Общесистемные требования

Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «КЧГУ»

обеспечен Каждый обучающийся течение периода обучения В всего индивидуальным неограниченным доступом К электронной информационнообразовательной среде (ЭИОС) Университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», как территории Университета, так и вне ее.

Функционирование ЭИОС обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих. Функционирование ЭИОС соответствует законодательству Российской Федерации.

Адрес официального сайта университета: http://kchgu.ru.

Адрес размещения ЭИОС ФГБОУ ВО «КЧГУ»: https://do.kchgu.ru.

Электронно-библиотечные системы (электронные библиотеки)

| 1 1 | | | | | | | |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--|--|--|--|--|
| Учебный год | Наименование документа с указанием | Срок действия | | | | | |
| | реквизитов | документа | | | | | |
| 2024-2025 | Электронно-библиотечная система ООО | | | | | | |
| учебный год | «Знаниум». | От 23.04.2024г. | | | | | |
| | Договор № 238 эбс от 23.04.2024 г. | до 11.05.2025г. | | | | | |
| | Электронный адрес: https://znanium.com | | | | | | |
| 2024-2025 | Электронно-библиотечная система «Лань». | | | | | | |
| учебный год | Договор № 36 от 14.03.2024 г. | По 19.01.2025г. | | | | | |
| | Электронный адрес: https://e.lanbook.com | | | | | | |
| 2024-2025 | Электронно-библиотечная система КЧГУ. | | | | | | |
| учебный год | Положение об ЭБ утверждено Ученым советом | Гааараууууу | | | | | |
| | от 30.09.2015г. Протокол № 1. | Бессрочный | | | | | |
| | Электронный адрес: http://lib.kchgu.ru | | | | | | |
| 2024-2025 | Национальная электронная библиотека (НЭБ). | | | | | | |
| учебный год | Договор №101/НЭБ/1391-п от 22. 02. 2023 г. | Бессрочный | | | | | |
| | Электронный адрес: http://rusneb.ru | | | | | | |
| 2024-2025 | Научная электронная библиотека | | | | | | |
| учебный год | «ELIBRARY.RU». Лицензионное соглашение | Гааараууууу | | | | | |
| | №15646 от 21.10.2016 г. Бессрочны | | | | | | |
| | Электронный адрес: http://elibrary.ru | | | | | | |
| 2024-2025 | Электронный ресурс Polpred.comОбзор СМИ. | <u> Госоронии тё</u> | | | | | |
| учебный год | Соглашение. Бесплатно. | Бессрочный | | | | | |

| Электронный адрес: http://polpred.com | |
|------------------------------------------------------------------------|--|

10.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

Занятия проводятся в учебных аудиториях, предназначенных для проведения занятий лекционного и практического типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в соответствии с расписанием занятий по образовательной программе. С описанием оснащенности аудиторий можно ознакомиться на сайте университета, в разделе материально-технического обеспечения и оснащенности образовательного процесса по адресу: https://kchgu.ru/sveden/objects/

10.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения

- MicrosoftWindows (Лицензия № 60290784), бессрочная
- MicrosoftOffice (Лицензия № 60127446), бессрочная
- ABBY FineReader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная
- CalculateLinux (внесён в ЕРРП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная
 - Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная
- Kaspersky Endpoint Security (Лицензия № 280E-210210-093403-420-2061), с 25.01.2023 г. по 03.03.2025 г.

10.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- 1. Федеральный портал «Российское образование»- https://edu.ru/documents/
- 2. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (Единая коллекция ЦОР) http://school-collection.edu.ru/
- 3. Базы данных Scopus издательства Elsevirhttp://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic.
- 4. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования http://fgosvo.ru.
- 5. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР) http://edu.ru.
- 6. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (Единая коллекция ЦОР) http://school-collection.edu.ru.
- 7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (ИС «Единое окно») http://window/edu.ru.

11. Особенности организации образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья

В ФГБОУ ВО «Карачаево-Черкесский государственный университет имени У.Д. Алиева» созданы условия для получения высшего образования по образовательным программам обучающихся с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ).

Специальные условия для получения образования по ОПВО обучающимися с ограниченными возможностями здоровья определены «Положением об обучении лиц с OB3 в $KU\Gamma V$ », размещенным на сайте Университета по адресу: http://kchgu.ru.

12. Лист регистрации изменений

В рабочей программе внесены следующие изменения:

| Изменение | Дата и номер ученого | Дата и номер | Дата |
|------------------------|-----------------------|------------------|---------------|
| | совета | протокола | введения |
| | факультета/института, | ученого совета | изменений |
| | на котором были | Университета, на | |
| | рассмотрены вопросы о | котором были | |
| | необходимости | утверждены | |
| | внесения изменений | изменения | |
| Обновлены договоры: | | | 30.05.2024г., |
| 1. На антивирус | | 29.05.2024г., | |
| Касперского. (Договор | | | |
| №56/2023 от 25 января | | протокол № 8 | |
| 2023г.). Действует до | | | |
| 03.03.2025г. | | | |
| 2.Договор № 915 ЭБС | | | |
| ООО «Знаниум» от | | | |
| 12.05.2023г. Действует | | | |
| до 15.05.2024г. | | | |
| 3.Договор № 36 от | | | |
| 14.03.2024г. эбс | | | |
| «Лань». Действует по | | | |
| 19.01.2025г. | | | |
| 4.Договор № 238 эбс | | | |
| ООО «Знаниум» от | | | |
| 23.04.2024г. Действует | | | |
| до 11 мая 2025г. | | | |