Рабочая программа дисциплины (модуля)*

Уравнения математической физики

Направление подготовки (специальность)

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)

Информационно-управленческие технологии

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2023

*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2023 г.

Содержание

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель курса "Уравнения математической физики" заключается в изучении студентами основных классов уравнений математической физики, свойств их решений, а также приобретении навыков применения полученных знаний на практике в рамках прикладных задач и научных исследований.

Задачи курса:

1. Ознакомление студентов с основными понятиями и методами, используемыми в математической физике.
2. Изучение основных классов уравнений математической физики, таких как эллиптические, параболические и гиперболические уравнения, а также их свойств и решений.
3. Рассмотрение различных методов решения уравнений математической физики, включая аналитические и численные методы.
4. Формирование у студентов навыков анализа и интерпретации результатов, полученных с использованием математических моделей физических явлений.
5. Развитие критического мышления и способности студентов к самостоятельной работе с научной и учебной литературой по математической физике.
6. Приобретение практических навыков решения задач, связанных с применением уравнений математической физики в различных областях науки и техники.
7. Подготовка студентов к выполнению самостоятельных научных исследований и проектов в области математической физики и смежных дисциплин.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов, соответствующих компетенций: ОПК-1

ОПК-1.1. Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук

ОПК-1.2.Демонстрирует умение решать задачи, формулируемые в рамках математических и (или) естественных наук

ОПК-1.3. Имеет навыки использования основных понятий, теорем, законов математики и (или) естественных наук для решения задач профессиональной деятельности

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП:	Б1.О.15

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении таких дисциплин, как "Математический анализ", "Алгебра", "Дифференциальные уравнения", "Комплексный анализ".

Математический анализ

Алгебра

Комплексный анализ

Дифференциальные уравнения

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

Знания, полученные при изучении данной дисциплины. могут быть использованы в научно-исследовательской работе, при изучении дисциплин "Асимптотические методы", "Дополнительные главы методов вычислений", "Физика", "численные методы."

Физика

Численные методы

Дополнительные главы методов вычислений (научный семинар)

Асимптотические методы (научный семинар)

Научно-исследовательская работа

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности
Знать:
основные факты, методы и концепции математической физики
Уметь:
применять математический аппарат теории уравнений с частными производными;
Владеть:
навыками постановки и решения математических задач, приводящих к уравнениям с частными производными.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	**Знать:**
3.1.1	основные факты, методы и концепции математической физики
3.2	**Уметь:**
3.2.1	применять математический аппарат теории уравнений с частными производными;
3.3	**Владеть:**
3.3.1	навыки постановки и решения математических задач, приводящих к уравнениям с частными производными.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
Общая трудоемкость	**6 ЗЕТ**
Часов по учебному плану : 216 в том числе : аудиторные занятия : 132 самостоятельная работа : 48,5 часов на контроль : 18 контактная работа: 149,5 ИКР: 17,5	Виды контроля в семестрах: экзамены 6 зачеты 5

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	Раздел 1. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными			
1.1	Определение и классификация дифференциальных уравнений с частными производными /Лек/	5	8	Л1.2 Л1.3 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
1.2	Приведение к каноническому виду уравнений с частными производными второго порядка с двумя независимыми переменными. Классификация. /Пр/	5	10	Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
1.3	Приведение к каноническому виду уравнений с частными производными второго порядка с двумя независимыми переменными. Классификация. /Ср/	5	10,1	Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
	Раздел 2. Вывод основных уравнений математической физики			
2.1	Вывод основных уравнений математической физики /Лек/	5	6	Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4

2.2	Вывод уравнений математической физики /Ср/	5	4	Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
	Раздел 3. Уравнения гиперболического типа			
3.1	Задача Коши для волнового уравнения /Лек/	5	10	Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
3.2	Краевые задачи для уравнения колебаний /Лек/	5	10	Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
3.3	Задача Коши для волнового уравнения /Пр/	5	4	Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
3.4	Метод Фурье для уравнений гиперболического типа /Пр/	5	20	Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
3.5	Уравнения гиперболического типа /Ср/	5	19	Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
	Раздел 4. Уравнения эллиптического типа.			
4.1	Общие свойства уравнений Лапласа и Пуассона. Принцип максимума. /Лек/	6	6	Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
4.2	Функция Грина. /Лек/	6	4	Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
4.3	Функция Грина для уравнения Пуассона. Теория потенциалов. /Лек/	6	6	Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
4.4	Метод Фурье для уравнений эллиптического типа /Пр/	6	14	Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
4.5	Функция Грина для уравнения Пуассона. Решение краевых задач. /Пр/	6	8	Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
4.6	Уравнения эллиптического типа /Ср/	6	10	Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
	Раздел 5. Уравнения параболического типа.			
5.1	Задача Коши для уравнения теплопроводности. Принцип максимума. Единственность. Функция Грина. /Лек/	6	8	Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3

5.2	Краевые задачи для уравнения теплопроводности. /Лек/	6	8	Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
5.3	Метод Фурье для уравнений параболического типа /Пр/	6	10	Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
5.4	Уравнения параболического типа /Ср/	6	5,4	Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
5.5	Экзамен /Экзамен/	6	18	Л1.3 Л1.2 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э2 Э3
	Раздел 6. Иная контактная работа			
6.1	Иная контактная работа /ИКР/	5	6,9	Л1.3 Л1.2 Л1.1
6.2	Иная контактная работа /ИКР/	6	10,6	Л1.3 Л1.2 Л1.1

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

Контрольная работа №1 (Линейные уравнения в частных производных первого порядка)
Контрольная работа №2 (Приведение уравнений в частных производных к каноническому виду, общее решение уравнений в частных производных)
Контрольная работа №3 (Задача Коши для одномерного волнового уравнения)
Контольная работа №4 (Начально-краевая задача для одномерного волнового уравнения и уравнения теплопроводности)
Контрольная работа №5 (Начально-краевая задача для волнового уравнения и уравнения теплопроводности в прямоугольнике)
Контрольная работа №6 (Краевая задача для уравнения Лапласа и Пуассона на плоскости)
Конрольная работа №7 (Обзорная контрольная работа)
Контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации (контрольные работы) приведены в Приложении

6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации приведены в Приложении

6.4. Критерии оценивания

В 5 семестре при постановке зачета суммируются баллы текущей аттестации (максимум 100 баллов). Зачет выставляется при количестве баллов, не меньшем 60.

В 6 семестре полученные за текущую аттестацию баллы суммируются с баллами, полученными за экзаменационную контрольную работу. Максимальный балл за текущую аттестацию составляет 50. Максимальный балл за экзаменационную работу также равен 50. В экзаменационной работе предлагается один теоретический вопрос и две задачи. Оценка за экзаменационную работу выставляется по результатам очного собеседования по теоретическому вопросу и решению задач.

Начисляемые рейтинговые баллы

5 семестр (зачет)

Контрольная № 1 - 25 баллов
Контрольная № 2 - 25 баллов
Контрольная № 3 - 25 баллов
Контрольная № 4 - 25 баллов

6 семестр (экзамен)

Контрольная № 1 - 15 баллов
Контрольная № 2 - 15 баллов
Контрольная № 3 - 20 баллов

Экзаменационная контрольная работа - 50 баллов

Собеседование по теоретическому вопросу - 20 баллов
Задача №1 - 15 баллов
Задача №2 - 15 баллов

Принимаются следующие правила согласования балльно-рейтинговой и пятибальной систем оценивания:

0 – 40 баллов – выставляется оценка “неудовлетворительно”,
41 – 60 баллов – выставляется оценка “удовлетворительно”,
61 – 80 баллов – выставляется оценка “хорошо”,
81 – 100 баллов – выставляется оценка “отлично”.

Для контрольных работ №1-6 приняты следующие критерии оценивания отдельной задачи.

1. Правильность решения задачи (80% от максимального балла за задачу). Оценивается наличие верного решения задачи, применение соответствующих методов и алгоритмов, а также получение верного ответа.
2. Структура и логика изложения (20% от максимального балла за задачу). Оценивается последовательность и четкость изложения решения, наличие всех промежуточных шагов и выводов.

Общий балл за конрольную работу является суммой баллов за решение каждой из задач. Он определяется числом задач в данной работе и максимальным баллом, которым оценивается вся работа (разблюдовку по баллам см выше).

Критерии оценивания ответа на экзаменационный билет по курсу уравнения математической физики разделяется на две части: оценка теоретического вопроса и оценка решения задач.

Теоретический вопрос (максимальная оценка - 20 баллов):

1. Знание основных понятий и терминов (6 баллов). Оценивается умение студента определить и использовать ключевые понятия и термины, связанные с темой вопроса.
2. Структура и последовательность изложения (6 баллов). Оценивается логика и структура ответа, включая последовательное и грамотное изложение материала, разбивка на подразделы, а также связь между ними.
3. Глубина понимания и анализа теоретических положений (8 баллов). Оценивается способность студента объяснить принципы и методы, привести примеры использования, а также продемонстрировать критическое мышление и аналитические способности при работе с теоретическим материалом.

Задачи (максимальная оценка - 15 баллов за каждую задачу):

1. Правильность решения задачи (9 баллов). Оценивается верное решение задачи, применение соответствующих методов и алгоритмов, а также получение корректного ответа.
2. Структура и логика изложения (3 балла). Оценивается последовательность и четкость изложения решения, наличие всех промежуточных шагов и выводов.
3. Применение теоретических знаний (3 балла). Оценивается умение студента связать решение задачи с изученными теоретическими положениями и применить их для анализа и интерпретации результатов.

Итоговая оценка студента: максимальный балл за экзаменационный билет составляет 50 баллов (20 баллов за теоретический вопрос и по 15 баллов за каждую из двух задач).

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.1	Титов К.В.	Уравнения математической физики. Практикум. Компьютерные технологии решения задач: учебное пособие (https://znanium.com/catalog/document?id=400772)	Москва : Издательский Центр РИОР, 2022	ЭБС
Л1.2	Байков В. А., Жибер А. В.	Уравнения математической физики: учебник и практикум для вузов (https://urait.ru/bcode/513681)	Москва : Юрайт, 2023	ЭБС
Л1.3	Жибер А. В., Муртазина Р. Д., Хабибуллин И. Т., Шабат А. Б.	Уравнения математической физики. Нелинейные интегрируемые уравнения: учебное пособие для вузов (https://urait.ru/bcode/513721)	Москва : Юрайт, 2023	ЭБС

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Кудряшов С. Н., Радченко Т. Н.	Основные методы решения практических задач в курсе «Уравнения математической физики»: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241103)	Ростов-на-Дону : Южный федеральный университет, 2011	ЭБС
Л2.2	Петровский И. Г.	Лекции об уравнениях с частными производными (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468247)	Москва : Государственное издательство физико-математической литературы, 1961	ЭБС
Л2.3	Тихонов А. Н., Самарский А. А.	Уравнения математической физики (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468275)	Москва : Наука, 1977	ЭБС
Л2.4	Долбеева С. Ф., Чиж Е. А.	Практикум по уравнениям математической физики: учебное пособие	Челябинск : Челябинский государственный университет, 2007	

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека [научной периодики на русском языке]. — Москва, [1999-]. — Доступ к полным текстам после регистрации из сети ЧелГУ. – URL: http://elibrary.ru/defaultx.asp
Э2	Math-Net.Ru [Электронный ресурс] : общероссийский математический портал / Математический ин-т им. В. А. Стеклова РАН. – Москва, [б. г.]. - Режим доступа: http://www.mathnet.ru/
Э3	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – URL: http://e.lanbook.com/
Э4	Единое окно доступа к образовательным ресурсам - федеральная информационная система открытого доступа к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов и к электронной библиотеке учебно- методических материалов для всех уровней образования: дошкольное, общее, среднее профессиональное, высшее, дополнительное.http://window.edu.ru

7.3 Перечень информационных технологий

7.3.1 Программное обеспечение

MikTex

Python

Ubuntu Linux

Gnuplot

LibreOffice

7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (https://elibrary.ru/defaultx.asp?) eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: https://elibrary.ru. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

2. Национальная электронная библиотека (НЭБ) (https://rusneb.ru/) Национальная электронная библиотека (НЭБ) : объединенный электронный каталог фондов российских библиотек : сайт. – URL: http://нэб.рф. – Режим доступа: из читальных залов библиотеки ЧелГУ. – Текст : электронный.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения: доска для проведения практических занятий, проектор, экран.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно- наглядных пособий (проектор, экран, слайд-презентации.)

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в

электронную информационно-образовательную среду университета.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. Предлагается постоянно посещать лекции и семинары, так как аудиторная работа является важной составляющей учебного процесса и позволяет лучше усвоить теоретический материал.
2. Структурировать свою самостоятельную работу: составьте план изучения материала, учтите время на выполнение домашних заданий, подготовку к контрольным и экзаменам.
3. Регулярно консультироваться с преподавателями, задавать вопросы и проявлять инициативу.

При работе с теоретическим материалом рекомендуется:
1. внимательно изучать конспекты лекций, учебники и дополнительную литературу, применяя методы активного чтения: выделять ключевые понятия и термины, делать конспекты, составлять схемы и таблицы.
2. обсуждать теоретические вопросы с одногруппниками, так как это способствует лучшему усвоению материала.
3. решать теоретические задачи, примеры и упражнения, чтобы закрепить изученные теоретические положения и углубить понимание предмета.

При решении практических задач рекомендуется:
1. регулярно выполнять домашние задания и практические задачи, чтобы отработать применение теоретических знаний на практике.
2. работать над задачами в группах или в парах, обсуждая различные методы решения и сравнивая результаты.
3. выполнять задачи с разным уровнем сложности, чтобы развить умение адаптироваться к различным ситуациям и использовать разные методы решения уравнений математической физики.

При подготовке к экзаменам и контрольным работам рекомендуется:
1. своевременно начинать подготовку к экзаменам, заранее определяя слабые места в знаниях и уделяя им особое внимание.
2. периодически проводите самооценку, решая типовые задачи и отвечая на теоретические вопросы без подглядывания в учебники, чтобы определить свой текущий уровень подготовки.
3. использовать разнообразные источники для подготовки, такие как примеры экзаменационных билетов, учебники, видеоматериалы и онлайн-курсы.
4. в ходе подготовки следует обратить внимание на разбор типичных ошибок и затруднений, которые могут возникнуть при решении задач и ответе на теоретические вопросы.

При вовлечении в научную и профессиональную деятельность предлагается:
1. стремиться углубить свои знания, изучая дополнительную литературу и принимая участие в научных конференциях и семинарах.
2. рассмотреть возможность написания курсовых и дипломных работ, связанных с уравнениями математической физики, для применения полученных знаний на практике.
Важным моментом при изучении любой дисциплины является организация самостоятельной работы. Проработку теоретического материала студенту желательно проводить как после каждого занятия, так и по завершении темы.

Это позволит связать воедино полученные сведения и составить цельную картину. При этом следует обращаться к различным источникам информации (помимо рекомендованной литературы поиск нужного материала в интернете).
Желательно регулярно выполнять домашние занятия. Они могут содержать не только задачи, но и проработку нового теоретического материала.
В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (чат), или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, чаты, электронная почта).
Большую часть времени обучающиеся самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Студенты имеют возможность консультироваться с руководителем практики по всем вопросам, возникающим в ходе самостоятельной работы посредством электронной почты, социальных сетей.
Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы осуществляется через сеть Интернет в удобном для него месте, времени и темпе.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно- образовательной среды.

10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и голо информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося.
1. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения: портативный компьютер с вводом/выводом шрифтом Брайля с синтезатором речи «ElBraile-W14J G2»; ноутбуки с программной экранного доступа NVDA; электронные увеличители для удаленного просмотра; видеоувеличители портативные; тифлоплеер; цифровые диктофоны.
2. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями слуха: система свободного звукового поля со встроенной совместимостью с FM-устройствами; радиоклассы «Сонет-РСМ» с передатчиком, заушным индуктором и индукционной петлей; система информационная для слабослышащих переносная «Исток» А2 со встроенным плеером – звуковым информатором; документ-камера; программируемые слуховые аппараты индивидуального пользования.
3. Ассистивные информационные технологии: программное обеспечение экранного доступа с синтезом речи NVDA; программы экранного увеличения; программы речевого синтеза для компьютеров и ноутбуков; программы речевого синтеза для мобильных устройств; экранная клавиатура; экранная лупа.
При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации NVDA, речевые синтезаторы, экранные лупы).
В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.
Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах, с помощью специальных технических и программных средств

(рабочее место для незрячего пользователя с программным обеспечением экранного доступа с синтезом речи NVDA, рабочее место с компьютерным роллером и клавиатурой Clevy с большими кнопками и с разделяющей клавиши накладкой).
Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:
Для лиц с нарушениями зрения:
- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме шрифтом Брайля.
Для лиц с нарушениями слуха:
- в печатной форме,
- в форме электронного документа.
Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.
Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.
Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий (Moodle, Adobe Connect Pro и пр.).
В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья используется индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации направлены на индивидуализацию обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.
При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей, обучающихся:
а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме шрифтом Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);
б) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в печатной форме шрифтом Брайля, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода);
в) доступная форма предоставления ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).
При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.
Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Уравнения математической физики. Контрольная работа №1.

Вариант №1

1. $y'' - 4y' + 5y = 0$

2. $y'' - 3y' + 2y = xe^{2x}$

3. $y'' - 2y' - 3y = \frac{e^x - 1}{e^x + 1}$

4. $(1 - x)u_x + (1 + y)u_y = 0$

5. $2xu_x + (y - x)u_y = x^2$

Вариант №2

1. $y'' - 6y' + 10y = 0$

2. $y'' - 5y' + 6y = (x + 1)e^{3x}$

3. $y'' + y' - 2y = \dfrac{1 - e^{-x}}{1 + e^{-x}}$

4. $(2 - x)u_x + (3 + y)u_y = 0$

5. $xu_x + 2yu_y = x^2 y + u$

Уравнения математической физики. Контрольная работа №2

Вариант 1

1. Определить тип уравнения и привести его к каноническому виду

$$u_{xx} + u_{xy} - 2u_{yy} + 15u_x + 21u_y = 0$$

2. Определить тип уравнения и привести его к каноническому виду

$$u_{xx} - 2u_{xy} + u_{yy} + 3u_x = 0$$

3. Определить тип уравнения и привести его к каноническому виду

$$2u_{yy} + u_{xx} - 2u_{xy} + 2u_x - 2u_y = 0$$

4. Найти общее решение уравнения с постоянными коэффициентами

$$u_{xx} + u_{xy} - 2u_{yy} + 3(u_x - u_y) = 0$$

5. Найти общее решение уравнения с переменными коэффициентами

$$u_{xx} - u_{yy} + (x + y)(u_x - u_y) = 0$$

Вариант 2

1. Определить тип уравнения и привести его к каноническому виду

$$u_{xx} - u_{xy} - 2u_{yy} + 6u_x - 3u_y = 0$$

2. Определить тип уравнения и привести его к каноническому виду

$$u_{xx} + 2u_{xy} + u_{yy} + u_y = 0$$

3. Определить тип уравнения и привести его к каноническому виду

$$2u_{xx} - 2u_{xy} + u_{yy} + u_x = 0$$

4. Найти общее решение уравнения с постоянными коэффициентами

$$2u_{xx} + u_{xy} - u_{yy} + 6(2u_x - u_y) = 0$$

5. Найти общее решение уравнения с переменными коэффициентами

$$2u_{xx} + u_{xy} - u_{yy} + 3\frac{2u_x - u_y}{x + 2y} = 0$$

Вариант 3

1. Определить тип уравнения и привести его к каноническому виду

$$u_{xx} + u_{xy} - 2u_{yy} - 6u_x - 3u_y = 0$$

2. Определить тип уравнения и привести его к каноническому виду

$$u_{xx} + 2u_{xy} + u_{yy} + 2u_y + u_x = 0$$

3. Определить тип уравнения и привести его к каноническому виду

$$5u_{xx} - 4u_{xy} + 8u_{yy} - 6u_x + 6u_y = 0$$

4. Найти общее решение уравнения с постоянными коэффициентами

$$u_{xx} - 4u_{xy} + 4u_{yy} - 4(u_x - 2u_y) = 0$$

5. Найти общее решение уравнения с переменными коэффициентами

$$2u_{xx} - u_{xy} - u_{yy} + 3\,(u_x - u_y)\sin(x+y) = 0$$

Вариант 4

1. Определить тип уравнения и привести его к каноническому виду

$$2u_{xx} + u_{xy} - u_{yy} - 6(u_x + u_y) = 0$$

2. Определить тип уравнения и привести его к каноническому виду

$$u_{xx} - 4u_{xy} + 4u_{yy} + 4u_x = 0$$

3. Определить тип уравнения и привести его к каноническому виду

$$u_{yy} - 2u_{xy} + 2u_{xx} - u_y = 0$$

4. Найти общее решение уравнения с постоянными коэффициентами

$$4u_{xx} - 4u_{xy} + u_{yy} - u_x + \frac{u_y}{2} = 0$$

5. Найти общее решение уравнения с переменными коэффициентами

$$2u_{xx} + u_{xy} - u_{yy} + 3\,(u_x - u_y)\cos(x+2y) = 0$$

Уравнения математической физики.
Контрольная работа №3

Вариант 1

1. Найти решение задачи Коши для однородного волнового уравнения при $x \in \mathbb{R}$ и $t > 0$

$$\begin{aligned}&u_{tt} - u_{xx} = 0,\\&u|_{t=0} = \sin x,\\&u_t|_{t=0} = x\end{aligned}$$

2. Найти решение задачи Коши для неоднородного волнового уравнения при $x \in \mathbb{R}$ и $t > 0$

$$\begin{aligned}&u_{tt} - u_{xx} = \sin t,\\&u|_{t=0} = 0,\\&u_t|_{t=0} = \cos x\end{aligned}$$

3. Найти решение задачи Коши для однородного волнового уравнения при $x > 0$ и $t > 0$

$$\begin{aligned}&u_{tt} - u_{xx} = 0,\\&u|_{t=0} = 2\cos 3x,\\&u_t|_{t=0} = \sin x,\\&u_x|_{x=0} = 0\end{aligned}$$

4. Найти решение задачи Коши для однородного волнового уравнения при $x > 0$ и $t > 0$

$$\begin{aligned}&u_{tt} - u_{xx} = 0,\\&u|_{t=0} = x^{-2}(1 - \cos x),\\&u_t|_{t=0} = \sin x,\\&u|_{x=0} = \cos t\end{aligned}$$

5. Найти решение задачи Коши для неоднородного волнового уравнения при $x > 0$ и $t > 0$

$$\begin{aligned}&u_{tt} - u_{xx} = (t^2 + 2)\sin x,\\&u|_{t=0} = e^{-x^2},\\&u_t|_{t=0} = \cos x,\\&u_x|_{x=0} = t^2\end{aligned}$$

Вариант 2

1. Найти решение задачи Коши для однородного волнового уравнения при $x \in \mathbb{R}$ и $t > 0$

$$\begin{aligned} &u_{tt} - 4u_{xx} = 0, \\ &u|_{t=0} = 2\cos 3x, \\ &u_t|_{t=0} = \sin x \end{aligned}$$

2. Найти решение задачи Коши для неоднородного волнового уравнения при $x \in \mathbb{R}$ и $t > 0$

$$\begin{aligned} &u_{tt} - u_{xx} = x, \\ &u|_{t=0} = x^2, \\ &u_t|_{t=0} = x^3 \end{aligned}$$

3. Найти решение задачи Коши для однородного волнового уравнения при $x > 0$ и $t > 0$

$$\begin{aligned} &u_{tt} - u_{xx} = 0, \\ &u|_{t=0} = \sin x, \\ &u_t|_{t=0} = x, \\ &u_x|_{x=0} = 0 \end{aligned}$$

4. Найти решение задачи Коши для однородного волнового уравнения при $x > 0$ и $t > 0$

$$\begin{aligned} &u_{tt} - u_{xx} = 0, \\ &u|_{t=0} = e^{-x^2}, \\ &u_t|_{t=0} = \cos^2 x, \\ &u|_{x=0} = te^{-t} \end{aligned}$$

5. Найти решение задачи Коши для неоднородного волнового уравнения при $x > 0$ и $t > 0$

$$\begin{aligned} &u_{tt} - u_{xx} = e^{-t}\cos x, \\ &u|_{t=0} = \frac{1}{2}\cos x + e^{-x}, \\ &u_t|_{t=0} = \frac{1}{2}\cos x + \sin x, \\ &u|_{x=0} = \frac{1}{2}e^t + \frac{1}{1+t^2} \end{aligned}$$

Вариант 3

1. Найти решение задачи Коши для однородного волнового уравнения при $x \in \mathbb{R}$ и $t > 0$

$$\begin{aligned} &4u_{tt} - u_{xx} = 0, \\ &u|_{t=0} = \frac{1}{3}\sin 3x, \\ &u_t|_{t=0} = 2\cos x \end{aligned}$$

2. Найти решение задачи Коши для неоднородного волнового уравнения при $x \in \mathbb{R}$ и $t > 0$

$$\begin{aligned} &u_{tt} - u_{xx} = x^3, \\ &u|_{t=0} = x^2, \\ &u_t|_{t=0} = x \end{aligned}$$

3. Найти решение задачи Коши для однородного волнового уравнения при $x > 0$ и $t > 0$

$$\begin{aligned} &u_{tt} - u_{xx} = 0, \\ &u|_{t=0} = 2\cos x, \\ &u_t|_{t=0} = \sin^2 x, \\ &u_x|_{x=0} = 0 \end{aligned}$$

4. Найти решение задачи Коши для однородного волнового уравнения при $x > 0$ и $t > 0$

$$\begin{aligned} &u_{tt} - u_{xx} = 0, \\ &u|_{t=0} = \frac{1 - \cos x}{x^2}, \\ &u_t|_{t=0} = e^{-x}, \\ &u|_{x=0} = \cos t \end{aligned}$$

5. Найти решение задачи Коши для неоднородного волнового уравнения при $x > 0$ и $t > 0$

$$\begin{aligned} &u_{tt} - u_{xx} = t(t^2 + 6)\cos x, \\ &u|_{t=0} = \frac{1}{1 + x^2}, \\ &u_t|_{t=0} = \sin x, \\ &u_x|_{x=0} = \sin t \end{aligned}$$

Вариант 4

1. Найти решение задачи Коши для однородного волнового уравнения при $x \in \mathbb{R}$ и $t > 0$

$$\begin{aligned} &u_{tt} - 9u_{xx} = 0, \\ &u|_{t=0} = \frac{1}{1 + e^{-x^2}}, \\ &u_t|_{t=0} = \sin x \end{aligned}$$

2. Найти решение задачи Коши для неоднородного волнового уравнения при $x \in \mathbb{R}$ и $t > 0$

$$\begin{aligned} &u_{tt} - u_{xx} = xt, \\ &u|_{t=0} = x^2, \\ &u_t|_{t=0} = 0 \end{aligned}$$

3. Найти решение задачи Коши для однородного волнового уравнения при $x > 0$ и $t > 0$

$$\begin{aligned} &u_{tt} - u_{xx} = 0, \\ &u|_{t=0} = 2\cos^2 x, \\ &u_t|_{t=0} = \sin x, \\ &u_x|_{x=0} = 0 \end{aligned}$$

4. Найти решение задачи Коши для однородного волнового уравнения при $x > 0$ и $t > 0$

$$\begin{aligned} &u_{tt} - u_{xx} = 0, \\ &u|_{t=0} = \frac{\tan x}{x}, \\ &u_t|_{t=0} = \cos x, \\ &u|_{x=0} = \sin 2t \end{aligned}$$

5. Найти решение задачи Коши для неоднородного волнового уравнения при $x > 0$ и $t > 0$

$$\begin{aligned} &u_{tt} - u_{xx} = \sin 2x \sin t, \\ &u|_{t=0} = \cos x, \\ &u_t|_{t=0} = 1/3 \sin 2x, \\ &u_x|_{x=0} = 2/3 \sin t \end{aligned}$$

Уравнения математической физики.
Контрольная работа №4.

Во всех примерах требуется решить начально-краевую задачу на отрезке методом разделения переменных.

Вариант 1

1

$$\begin{aligned} &u_{tt} - u_{xx} = 0 \\ &u_x|_{x=0} = 0 \\ &u|_{x=\pi} = 0 \\ &u|_{t=0} = \pi^2 - x^2 \\ &u_t|_{t=0} = 0 \end{aligned}$$

2

$$\begin{aligned} &u_{tt} - u_{xx} = 0 \\ &u_x|_{x=0} = 0 \\ &u|_{x=\frac{\pi}{2}} = 0 \\ &u|_{t=0} = \cos x + \cos 5x \\ &u_t|_{t=0} = 3\cos 3x \end{aligned}$$

3

$$\begin{aligned} &u_{tt} - u_{xx} = (t^2 - 4)\sin 2\pi x \\ &u|_{x=0} = 0 \\ &u|_{x=1} = 0 \\ &u|_{t=0} = 3\sin(\pi x) \\ &u_t|_{t=0} = 0 \end{aligned}$$

4

$$\begin{aligned} &u_{tt} - u_{xx} = t^3 \sin 3x + 2x \\ &u|_{x=0} = 0 \\ &u_x|_{x=\frac{\pi}{2}} = t^2 \\ &u|_{t=0} = \sin^3 x \\ &u_t|_{t=0} = \sin 3x \end{aligned}$$

Вариант 2

Во всех примерах требуется решить начально-краевую задачу на отрезке методом разделения переменных.

1

$$
\begin{aligned}
&u_{tt} - u_{xx} = 0\\
&u_x|_{x=0} = 0\\
&u|_{x=\frac{\pi}{2}} = 0\\
&u|_{t=0} = \frac{\pi^2}{4} - x^2\\
&u_t|_{t=0} = 0
\end{aligned}
$$

2

$$
\begin{aligned}
&u_{tt} - u_{xx} = 0\\
&u|_{x=0} = 0\\
&u_x|_{x=\frac{\pi}{2}} = 0\\
&u|_{t=0} = \sin^3 x\\
&u_t|_{t=0} = \sin 3x
\end{aligned}
$$

3

$$
\begin{aligned}
&u_{tt} - u_{xx} = (2t+1)\cos\frac{3x}{2}\\
&u_x|_{x=0} = 0\\
&u|_{x=\pi} = 0\\
&u|_{t=0} = 0\\
&u_t|_{t=0} = 2\cos\frac{x}{2}
\end{aligned}
$$

4

$$
\begin{aligned}
&u_{tt} - u_{xx} = (t^2+1)\cos 3x + 6xt\\
&u_x|_{x=0} = t^3\\
&u|_{x=\frac{\pi}{2}} = t^3\pi/2\\
&u|_{t=0} = \cos 5x\\
&u_t|_{t=0} = \cos x
\end{aligned}
$$

Вариант 3

Во всех примерах требуется решить начально-краевую задачу на отрезке методом разделения переменных.

1

$$\begin{aligned}&u_{tt}-u_{xx}=0\\&u|_{x=0}=0\\&u|_{x=2}=0\\&u|_{t=0}=0\\&u_t|_{t=0}=2x-x^2\end{aligned}$$

2

$$\begin{aligned}&u_{tt}-u_{xx}=0\\&u_x|_{x=0}=0\\&u|_{x=\pi}=0\\&u|_{t=0}=\cos^3\frac{x}{2}\\&u_t|_{t=0}=2\cos\frac{3x}{2}\end{aligned}$$

3

$$\begin{aligned}&u_{tt}-u_{xx}=t^3\sin 3x\\&u|_{x=0}=0\\&u_x|_{x=\frac{\pi}{2}}=0\\&u|_{t=0}=2\sin(x)\\&u_t|_{t=0}=0\end{aligned}$$

4

$$\begin{aligned}&u_{tt}-u_{xx}=(t^2-4)\sin 2\pi x-2x\\&u|_{x=0}=t^2\\&u|_{x=1}=t\\&u|_{t=0}=\sin^3\pi x\\&u_t|_{t=0}=x+\sin\pi x\end{aligned}$$

Вариант 4

Во всех примерах требуется решить начально-краевую задачу на отрезке методом разделения переменных.

1

$$\begin{aligned}&u_{tt} - u_{xx} = 0\\&u|_{x=0} = 0\\&u_x|_{x=\frac{\pi}{2}} = 0\\&u|_{t=0} = 0\\&u_t|_{t=0} = -x^2 + \pi x\end{aligned}$$

2

$$\begin{aligned}&u_{tt} - u_{xx} = 0\\&u|_{x=0} = 0\\&u|_{x=1} = 0\\&u|_{t=0} = 3\sin 2\pi x\\&u_t|_{t=0} = \sin^3 \pi x\end{aligned}$$

3

$$\begin{aligned}&u_{tt} - u_{xx} = (t^2 + 1)\cos 3x\\&u_x|_{x=0} = 0\\&u|_{x=\frac{\pi}{2}} = 0\\&u|_{t=0} = 0\\&u_t|_{t=0} = \cos x\end{aligned}$$

4

$$\begin{aligned}&u_{tt} - u_{xx} = (2t + 1)\cos\frac{3x}{2} + 2x\\&u_x|_{x=0} = t^2\\&u|_{x=\pi} = t\\&u|_{t=0} = \cos\frac{5x}{2}\\&u_t|_{t=0} = 1 + \cos\frac{x}{2}\end{aligned}$$

Уравнения математической физики.

Контрольная работа №5.

Вариант 1

1. Решить начально-краевую задачу для уравнения теплопроводности в прямоугольнике

$$u_t - \Delta u = 0,$$
$$u_x(0, y, t) = 0$$
$$u(\pi, y, t) = 0$$
$$u(x, 0, t) = 0$$
$$u(x, \pi, t) = 0$$
$$u(x, y, 0) = (\pi - x)(\pi + x)\, y\, (\pi - y)$$

2. Решить начально-краевую задачу для уравнения теплопроводности в прямоугольнике

$$u_t - \Delta u = t \sin(\pi x) \sin\left(\frac{\pi}{2} y\right),$$
$$u(0, y, t) = 0$$
$$u(2, y, t) = 0$$
$$u(x, 0, t) = 0$$
$$u_y(x, 1, t) = 0$$
$$u(x, y, 0) = \sin(\pi x) \sin\left(\frac{3\pi}{2} y\right)$$

3. Решить начально-краевую задачу для волнового уравнения в прямоугольнике

$$u_{tt} - \Delta u = t \sin(x) \cos\left(\frac{y}{2}\right),$$
$$u(0, y, t) = 0$$
$$u(\pi, y, t) = 0$$
$$u_y(x, 0, t) = 0$$
$$u(x, \pi, t) = 0$$
$$u(x, y, 0) = 2 \sin(x) \cos\left(\frac{y}{2}\right)$$
$$u_t(x, y, 0) = \sin(x) \cos\left(\frac{y}{2}\right)$$

Вариант 2

1. Решить начально-краевую задачу для уравнения теплопроводности в прямоугольнике

$$
\begin{aligned}
&u_t - \Delta u = 0,\\
&u(0, y, t) = 0\\
&u_x(1, y, t) = 0\\
&u(x, 0, t) = 0\\
&u(x, 2, t) = 0\\
&u(x, y, 0) = x\,(2 - x)\,y\,(2 - y)
\end{aligned}
$$

2. Решить начально-краевую задачу для уравнения теплопроводности в прямоугольнике

$$
\begin{aligned}
&u_t - \Delta u = e^{-t}\sin(x)\cos\left(\frac{3}{2}y\right),\\
&u(0, y, t) = 0\\
&u(\pi, y, t) = 0\\
&u_y(x, 0, t) = 0\\
&u(x, \pi, t) = 0\\
&u(x, y, 0) = \sin(2x)\cos\left(\frac{3}{2}y\right)
\end{aligned}
$$

3. Решить начально-краевую задачу для волнового уравнения в прямоугольнике

$$
\begin{aligned}
&u_{tt} - \Delta u = \sin(t)\sin\left(\frac{\pi x}{2}\right)\sin\left(\pi y\right),\\
&u(0, y, t) = 0\\
&u_x(1, y, t) = 0\\
&u(x, 0, t) = 0\\
&u(x, 2, t) = 0\\
&u(x, y, 0) = \sin\left(\frac{\pi x}{2}\right)\sin\left(\pi y\right)\\
&u_t(x, y, 0) = 2\sin\left(\frac{\pi x}{2}\right)\sin\left(\pi y\right)
\end{aligned}
$$

Вариант 3

1. Решить начально-краевую задачу для уравнения теплопроводности в прямоугольнике

$$
\begin{aligned}
&u_t - \Delta u = 0,\\
&u(0,y,t) = 0\\
&u(\pi,y,t) = 0\\
&u_y(x,0,t) = 0\\
&u(x,\pi,t) = 0\\
&u(x,y,0) = x\,(\pi - x)\,(\pi - y)\,(\pi + y)
\end{aligned}
$$

2. Решить начально-краевую задачу для уравнения теплопроводности в прямоугольнике

$$
\begin{aligned}
&u_t - \Delta u = t \sin\left(\frac{\pi}{2}x\right)\sin\left(\pi y\right),\\
&u(0,y,t) = 0\\
&u_x(1,y,t) = 0\\
&u(x,0,t) = 0\\
&u(x,2,t) = 0\\
&u(x,y,0) = \sin\left(\frac{\pi}{2}x\right)\sin\left(2\pi y\right)
\end{aligned}
$$

3. Решить начально-краевую задачу для волнового уравнения в прямоугольнике

$$
\begin{aligned}
&u_{tt} - \Delta u = \cos(\pi t)\cos\left(\frac{3x}{2}\right)\sin\left(y\right),\\
&u_x(0,y,t) = 0\\
&u(\pi,y,t) = 0\\
&u(x,0,t) = 0\\
&u(x,\pi,t) = 0\\
&u(x,y,0) = 3\cos\left(\frac{3x}{2}\right)\sin\left(y\right)\\
&u_t(x,y,0) = \cos\left(\frac{3x}{2}\right)\sin\left(y\right)
\end{aligned}
$$

Вариант 4

1. Решить начально-краевую задачу для уравнения теплопроводности в прямоугольнике

$$u_t - \Delta u = 0,$$
$$u(0, y, t) = 0$$
$$u(2, y, t) = 0$$
$$u(x, 0, t) = 0$$
$$u_y(x, 1, t) = 0$$
$$u(x, y, 0) = x\,(2 - x)\,y\,(2 - y)$$

2. Решить начально-краевую задачу для уравнения теплопроводности в прямоугольнике

$$u_t - \Delta u = e^t \cos\left(\frac{x}{2}\right)\sin(y)\,,$$
$$u_x(0, y, t) = 0$$
$$u(\pi, y, t) = 0$$
$$u(x, 0, t) = 0$$
$$u(x, \pi, t) = 0$$
$$u(x, y, 0) = \cos\left(\frac{3x}{2}\right)\sin(y)$$

3. Решить начально-краевую задачу для волнового уравнения в прямоугольнике

$$u_{tt} - \Delta u = e^{-t}\sin(\pi x)\cos\left(\frac{\pi y}{2}\right),$$
$$u(0, y, t) = 0$$
$$u(2, y, t) = 0$$
$$u_y(x, 0, t) = 0$$
$$u(x, 1, t) = 0$$
$$u(x, y, 0) = \sin(\pi x)\cos\left(\frac{\pi y}{2}\right)$$
$$u_t(x, y, 0) = 3\sin(\pi x)\cos\left(\frac{\pi y}{2}\right)$$

Уравнения математической физики.
Контрольная работа №6.

Вариант 1

1. Найти решение уравнения Пуассона в прямоугольнике.

$$\begin{aligned}
&\Delta u = \left(4\pi^2 - x^2\right)\sin(2y)\\
&u(x,0) = 0\\
&u(x,\pi) = 0\\
&u_x(0,y) = 0\\
&u(2\pi,y) = y(\pi - y)
\end{aligned}$$

2. Найти решение уравнения Лапласа в квадрате.

$$\begin{aligned}
&\Delta u = 0\\
&u(0,y) = 0\\
&u(\pi,y) = \sin(y)\\
&u(x,0) = \sin^2 2x\\
&u(x,\pi) = 0
\end{aligned}$$

3. Найти решение уравнения Лапласа в круге.

$$\begin{aligned}
&\Delta u = 0, \quad 0 \leqslant r \leqslant 1,\\
&u(1,\varphi) = \sin^3\varphi
\end{aligned}$$

4. Найти решение уравнения Лапласа в кольце.

$$\begin{aligned}
&\Delta u = 0, \quad \frac{1}{2} \leqslant r \leqslant 2,\\
&u(2,\varphi) = \cos^3\varphi\\
&u_r\left(\frac{1}{2},\varphi\right) = \sin\varphi
\end{aligned}$$

Вариант 2

1. Найти решение уравнения Пуассона в прямоугольнике.

$$
\begin{aligned}
&\Delta u = y(2-y)\sin(\pi x)\\
&u(x,0) = x(2-x)\\
&u_y(x,1) = 0\\
&u(0,y) = 0\\
&u(2,y) = 0
\end{aligned}
$$

2. Найти решение уравнения Лапласа в квадрате.

$$
\begin{aligned}
&\Delta u = 0\\
&u(x,0) = 0\\
&u_y(x,1) = \cos(2\pi x)\\
&u_x(0,y) = \cos(\pi y)\\
&u(1,y) = 0
\end{aligned}
$$

3. Найти решение уравнения Пуассона в квадрате.

$$
\begin{aligned}
&\Delta u = 2\sin(2x)\cos\left(\frac{y}{2}\right)\\
&u(0,y) = \cos\left(\frac{3}{2}y\right)\\
&u(\pi,y) = \cos\left(\frac{5}{2}y\right)\\
&u_y(x,0) = \sin(3x)\\
&u(x,\pi) = \sin(5x)
\end{aligned}
$$

4. Найти решение уравнения Лапласа вне круга.

$$
\begin{aligned}
&\Delta u = 0, \quad 2 \leqslant r + \infty,\\
&u_r(2,\varphi) = 2\sin\varphi + \cos 3\varphi
\end{aligned}
$$

Контрольная работа № 7 (обзорная)

Вариант 1

1. Найти общее решение уравнения в частных производных первого порядка

$$2xu_x + (y - x)u_y = x^2$$

2. Привести уравнение к каноническому виду и найти его общее решение

$$u_{xx} + 5u_{xy} + 6u_{yy} + u_x - 2u_y = 0$$

3. Решить начально-краевую задачу для уравнения теплопроводности в квадрате со стороной π методом разделения переменных

$$u_t - \Delta u = t \cos x \sin\left(\frac{5}{2}y\right),$$
$$u(x, y, 0) = \cos 2x \sin\left(\frac{3}{2}y\right),$$
$$u(x, 0, t) = 0,$$
$$u_y(x, \pi, t) = 0,$$
$$u_x(0, y, t) = 0,$$
$$u_x(\pi, y, t) = 0.$$

Вариант 2

1. Найти общее решение уравнения в частных производных первого порядка

$$xyu_x - x^2u_y = yu$$

2. Привести уравнение к каноническому виду и найти его общее решение

$$u_{xx} + 2u_{xy} - 8u_{yy} + 2u_x + 4u_y = 0$$

3. Решить начально-краевую задачу для уравнения теплопроводности в квадрате со стороной π методом разделения переменных

$$u_t - \Delta u = (1 + t) \sin x \cos\left(\frac{3}{2}y\right),$$
$$u(x, y, 0) = \sin 3x \cos\left(\frac{5}{2}y\right),$$
$$u_y(x, 0, t) = 0,$$
$$u(x, \pi, t) = 0,$$
$$u(0, y, t) = 0,$$
$$u(\pi, y, t) = 0.$$

Приложение

Типовые контрольные вопросы для промежуточной аттестации

1. Классификация линейных ДУЧП второго порядка с двумя независимыми переменными. Канонический вид уравнений гиперболического типа.

2. Классификация линейных ДУЧП второго порядка с двумя независимыми переменными. Канонический вид уравнений параболического типа.

3. Классификация линейных ДУЧП второго порядка с двумя независимыми переменными. Канонический вид уравнений эллиптического типа.

4. Классификация уравнений второго порядка со многими независимыми переменными.

5. Корректность постановки задач математической физики. Пример задачи с не единственным решением.

6. Корректность постановки задач математической физики. Пример задачи не имеющей решение.

7. Корректность постановки задач математической физики. Пример Адамара.

8. Решение задачи Коши для одномерного волнового уравнения на числовой оси. Формула Даламбера для однородного уравнения с ненулевыми начальными условиями.

9. Решение задачи Коши для одномерного волнового уравнения на числовой оси. Формула Даламбера для неоднородного уравнения с нулевыми начальными условиями.

10. Решение задачи Коши для одномерного волнового уравнения на полуоси с закрепленным концом.

11. Решение задачи Коши для одномерного волнового уравнения на полуоси со свободным концом.

12. Формальное решение начально-краевой задачи для неоднородного волнового уравнения на отрезке методом Фурье. Случай граничного условия вида $u(0) = 0, u(l) = 0$.

13. Формальное решение начально-краевой задачи для неоднородного волнового уравнения на отрезке методом Фурье. Случай граничного условия вида $u'(0) = 0, u(l) = 0$.

14. Формальное решение начально-краевой задачи для неоднородного волнового уравнения на отрезке методом Фурье. Случай граничного условия вида $u(0) = 0, u'(l) = 0$.

15. Обоснование метода Фурье решения начально-краевой задачи для однородного волнового уравнения на отрезке. Обоснование сходимости формального ряда Фурье для граничных условий вида $u(0) = 0, u(l) = 0$.

16. Корректность начально-краевой задачи для одномерного волнового уравнения. Обоснование непрерывной зависимости решения от начальных данных .

17. Корректность начально-краевой задачи для одномерного волнового уравнения. Обоснование единственности решения .

18. Формальное решение начально-краевой задачи для неоднородного уравнения теплопроводности на отрезке методом Фурье. Случай граничного условия вида $u(0) = 0, u(l) = 0$.

19. Формальное решение начально-краевой задачи для неоднородного уравнения теплопроводности на отрезке методом Фурье. Случай граничного условия вида $u'(0) = 0, u(l) = 0$.

20. Формальное решение начально-краевой задачи для неоднородного уравнения теплопроводности на отрезке методом Фурье. Случай граничного условия вида $u(0) = 0, u'(l) = 0$.

21. Обоснование метода Фурье решения начально-краевой задачи для одномерного уравнения теплопроводности. Обоснование сходимости формального ряда Фурье.

22. Корректность начально-краевой задачи для одномерного уравнения теплопроводности. Применение принципа максимума для обоснования единственности решения.

23. Корректность начально-краевой задачи для одномерного уравнения теплопроводности. Применение принципа максимума для обоснования непрерывной зависимость от начальных данных.

24. Решение задачи Коши для уравнения теплопроводности в многомерном случае (вывод формулы).

25. Решение задачи Коши для волнового уравнения в многомерном случае (вывод формулы).

26. Решение начально-краевой задачи для двумерного уравнения теплопроводности методом Фурье в круге. Уравнение цилиндрических функций (функций Бесселя).

27. Решение начально-краевой задачи для двумерного волнового уравнения методом Фурье в прямоугольнике.

28. Решение начально-краевой задачи для двумерного уравнения теплопроводности методом Фурье в прямоугольнике.

29. Решение краевой задачи для уравнения Лапласа и Пуассона в прямоугольнике методом Фурье.

30. Решение краевой задачи для уравнения Лапласа и Пуассона в круге методом Фурье.

31. Свойства гармонических функций

32. Обоснование единственности и непрерывной зависимости от граничных условий решения первой краевой задачи для уравнения Лапласа.

33. Метод функции Грина для решения уравнений Лапласа и Пуассона.

Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

1. Найти общее решение уравнения в частных производных первого порядка

$$yu_x + 2xu_y = u$$

$$yu_x + xu_y = x - y$$

$$\checkmark\, x^2u_x + y^2u_y = x^2 - y^2$$

$$(1+x)u_x + yu_y = 1 + x - y$$

$$xu_x + (1+y)u_y = 1 + y - x$$

$$\sin x u_x + \sin y u_y = \sin x - \sin y$$

2. Привести уравнение к каноническому виду и найти его общее решение

$$u_{xx} - \frac{5}{2}u_{xy} + u_{yy} + 2u_x - u_y = 0$$

$$2u_{xx} - u_{xy} - u_{yy} + 4u_x + 2u_y = 0$$

$$2u_{xx} + u_{xy} - 3u_{yy} + 2u_x + 3u_y = 0$$

$$2u_{xx} - 5u_{xy} - 3u_{yy} + 4u_x + 2u_y = 0$$

3. Решить задачу Коши для волнового уравнения на полуоси.

$$u_{tt} - u_{xx} = 0$$
$$u(x,0) = \sin^2(x)$$
$$u_t(x,0) = 0$$
$$u_x(0,t) = 0$$

$$u_{tt} - u_{xx} = 0$$
$$u(x,0) = \cos 2x$$
$$u_t(x,0) = \sin x \sin 3x$$
$$u_x(0,t) = 0$$

$$u_{tt} - u_{xx} = 0$$
$$u(x,0) = \sin 3x$$
$$u_t(x,0) = \cos x \cos 3x$$
$$u(0,t) = 0$$

$$
\begin{aligned}
&u_{tt} - u_{xx} = 0\\
&u(x,0) = e^{-|x|}\\
&u_t(x,0) = \sin x\\
&u(0,t) = 0
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
&u_{tt} - u_{xx} = 0\\
&u(x,0) = e^{-x^2}\\
&u_t(x,0) = \frac{1}{1+x^2}\\
&u_x(0,t) = 0
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
&u_{tt} - u_{xx} = 0\\
&u(x,0) = e^{-x^2}\sin x\\
&u_t(x,0) = \sin x\\
&u(0,t) = 0
\end{aligned}
$$

4. Решить начально-краевую задачу для волнового уравнения на отрезке методом разделения переменных

$$
\begin{aligned}
&u_{tt} - u_{xx} = 2x + 3\sin 3\pi x\\
&u(0,t) = 0\\
&u(1,t) = t^2\\
&u(x,0) = \sin 2\pi x\\
&u_t(x,0) = 0
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
&u_{tt} - u_{xx} = 6xt + t\sin \pi x\\
&u(0,t) = t\\
&u(1,t) = t^3\\
&u(x,0) = \sin 3\pi x\\
&u_t(x,0) = 0
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
&u_{tt} - u_{xx} = 2(x-1) - e^{-t} + t^2\cos\frac{3\pi}{2}x\\
&u_x(0,t) = t^2\\
&u(1,t) = e^{-t}\\
&u(x,0) = 1\\
&u_t(x,0) = -1
\end{aligned}
$$

$$u_{tt} - u_{xx} = -4\left(\sin 2t + x\cos 2t\right) + e^{-t}\sin\frac{3\pi}{2}x$$
$$u_x(0,t) = \sin 2t$$
$$u(1,t) = \cos 2t$$
$$u(x,0) = x + \sin\frac{\pi}{2}x$$
$$u_t(x,0) = 2\cos 2t$$

$$u_{tt} - u_{xx} = 6xt + 2 - 6t$$
$$u_x(0,t) = t^3$$
$$u(1,t) = t^2$$
$$u(x,0) = \cos\frac{3\pi}{2}x$$
$$u_t(x,0) = 0$$

5. Решить начально-краевую задачу для уравнения теплопроводности на отрезке методом разделения переменных

$$u_t - 4u_{xx} = (2t-1)x + 1 + \sin^3 \pi x$$
$$u(0,t) = t$$
$$u(1,t) = t^2$$
$$u(x,0) = \sin 2\pi x$$

$$u_t - u_{xx} = t\sin\frac{\pi x}{2} - e^{-t}\left(1 + 2xe^{-t}\right)$$
$$u(0,t) = e^{-t}$$
$$u_x(1,t) = e^{-2t}$$
$$u(x,0) = 1 + x + 2\sin\frac{3\pi}{2}x$$

$$u_t - u_{xx} = xe^{-t}\left(2\cos 2t - \sin 2t\right)$$
$$u(0,t) = 0$$
$$u(1,t) = e^{-t}\sin 2t$$
$$u(x,0) = 2\sin 3\pi x$$

$$u_t - u_{xx} = x - 1 + e^{-t}(1-t) + t\cos\frac{\pi}{2}x$$
$$u_x(0,t) = t$$
$$u(1,t) = te^{-t}$$
$$u(x,0) = \cos\frac{3\pi}{2}x$$

6. Решить начально-краевую задачу для волнового уравнения в прямоугольнике методом разделения переменных

$$u_{tt} - \Delta u = t\sin 2x \sin y,$$
$$u(x,y,0) = \sin x \sin 3y,$$
$$u_t(x,y,0) = 0,$$
$$u(0,y,t) = 0,$$
$$u(\pi,y,t) = 0,$$
$$u(x,0,t) = 0,$$
$$u(x,\pi,t) = 0.$$

$$u_{tt} - \Delta u = t\cos\frac{x}{2}\cos\frac{3y}{2},$$
$$u(x,y,0) = 2\cos\frac{3x}{2}\cos\frac{y}{2},$$
$$u_t(x,y,0) = 0,$$
$$u_x(0,y,t) = 0,$$
$$u(\pi,y,t) = 0,$$
$$u_y(x,0,t) = 0,$$
$$u(x,\pi,t) = 0.$$

$$u_{tt} - \Delta u = (1+2t)\sin 2\pi x \cos \pi y,$$
$$u(x,y,0) = \sin \pi x \sin 3\pi y,$$
$$u_t(x,y,0) = 0,$$
$$u(0,y,t) = 0,$$
$$u(1,y,t) = 0,$$
$$u(x,0,t) = 0,$$
$$u(x,1,t) = 0.$$

$$u_{tt} - \Delta u = (3+t)\sin 2x \cos\frac{y}{2},$$
$$u(x,y,0) = \sin x \cos\frac{3y}{2},$$
$$u_t(x,y,0) = 0,$$
$$u(0,y,t) = 0,$$
$$u(\pi,y,t) = 0,$$
$$u_y(x,0,t) = 0,$$
$$u(x,\pi,t) = 0.$$

7. Решить начально-краевую задачу для уравнения теплопроводности в прямоугольнике методом разделения переменных

$$u_t - \Delta u = e^{-t}\sin 2x \sin y,$$
$$u(x,y,0) = \sin x \sin 3y,$$
$$u(0,y,t) = 0,$$
$$u(\pi,y,t) = 0,$$
$$u(x,0,t) = 0,$$
$$u(x,\pi,t) = 0.$$

$$u_t - \Delta u = \sin t \cos\frac{x}{2}\cos\frac{3y}{2},$$
$$u(x,y,0) = 2\cos\frac{3x}{2}\cos\frac{y}{2},$$
$$u_x(0,y,t) = 0,$$
$$u(\pi,y,t) = 0,$$
$$u_y(x,0,t) = 0,$$
$$u(x,\pi,t) = 0.$$

$$u_t - \Delta u = \left(1+e^{-t}\right)\sin 2\pi x \cos \pi y,$$
$$u(x,y,0) = \sin \pi x \sin 3\pi y,$$
$$u(0,y,t) = 0,$$
$$u(1,y,t) = 0,$$
$$u(x,0,t) = 0,$$
$$u(x,1,t) = 0.$$

$$u_t - \Delta u = \cos t \sin 2x \cos \frac{y}{2},$$
$$u(x, y, 0) = \sin x \cos \frac{3y}{2},$$
$$u(0, y, t) = 0,$$
$$u(\pi, y, t) = 0,$$
$$u_y(x, 0, t) = 0,$$
$$u(x, \pi, t) = 0.$$

8. Решить уравнение Пуассона в прямоугольнике методом разделения переменных.

$$\Delta u = 2\sin(2x)\cos\left(\frac{y}{2}\right)$$
$$u(0, y) = 0$$
$$u(\pi, y) = 0$$
$$u_y(x, 0) = \sin(3x)$$
$$u(x, \pi) = \sin(5x)$$

$$\Delta u = 2\sin(2x)\cos\left(\frac{y}{2}\right)$$
$$u(0, y) = \cos\left(\frac{3}{2}y\right)$$
$$u(\pi, y) = \cos\left(\frac{5}{2}y\right)$$
$$u_y(x, 0) = 0$$
$$u(x, \pi) = 0$$

$$\Delta u = 2\cos\frac{x}{2}\sin 2y$$
$$u_x(0, y) = 0$$
$$u(\pi, y) = 0$$
$$u(x, 0) = \cos\frac{3x}{2}$$
$$u(x, \pi) = \cos\frac{5x}{2}$$

$$\Delta u = 2\cos\frac{x}{2}\sin 2y$$
$$u_x(0, y) = \sin y$$
$$u(\pi, y) = \sin 3y$$
$$u(x, 0) = 0$$
$$u(x, \pi) = 0$$

9. Решить уравнение Лапласа в прямоугольнике методом разделения переменных.

$$\begin{aligned}
&\Delta u = 0 \\
&u(0, y) = \cos \frac{3}{2} y \\
&u(\pi, y) = \cos \frac{5}{2} y \\
&u_y(x, 0) = \sin(3x) \\
&u(x, \pi) = \sin(5x)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\Delta u = 0 \\
&u_x(0, y) = \sin y \\
&u(\pi, y) = \sin 3y \\
&u(x, 0) = \cos \frac{3x}{2} \\
&u(x, \pi) = \cos \frac{5x}{2}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\Delta u = 0 \\
&u(0, y) = \sin \frac{3}{2} y \\
&u(\pi, y) = \sin \frac{5}{2} y \\
&u(x, 0) = \sin(3x) \\
&u_y(x, \pi) = \sin(5x)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\Delta u = 0 \\
&u(0, y) = \sin y \\
&u_x(\pi, y) = \sin 3y \\
&u(x, 0) = \sin \frac{3x}{2} \\
&u(x, \pi) = \sin \frac{5x}{2}
\end{aligned}$$

10. Решить уравнение Лапласа в кольце методом разделения переменных.

$$\begin{aligned}
&\Delta u = 0, \quad 1 \leqslant r \leqslant 2, \\
&u(1, \varphi) = \sin \varphi + \cos \varphi, \\
&u(2, \varphi) = 0
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\Delta u = 0, \quad 1 \leqslant r \leqslant 2, \\
&u(1, \varphi) = 0, \\
&u(2, \varphi) = \sin\varphi + \sin^2\varphi
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\Delta u = 0, \quad 1 \leqslant r \leqslant 2, \\
&u(1, \varphi) = 2\cos\varphi + 3\cos 2\varphi, \\
&u(2, \varphi) = 0
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\Delta u = 0, \quad 1 \leqslant r \leqslant 2, \\
\checkmark\, &u(1, \varphi) = 0, \\
&u(2, \varphi) = \cos\varphi + \cos^2\varphi
\end{aligned}$$

01.03.02 Прикладная математика и информатика
Информационно-управленческие технологии, РПД Уравнения математической физики, год набора 2023, форма обучения очная

Проректор по учебной работе утверждено 24.04.2023 В.Е. Федоров

Ученым советом математического факультета

Протокол заседания № 8 от 13.04.2023

Председатель Ученого совета
математического факультета согласовано Е.А. Сбродова

Заседанием кафедры вычислительной математики

Протокол заседания № 11 от 13.04.2023

Заведующий кафедрой согласовано В. Н. Павленко

Автор (составитель) В.А. Адарченко

Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от «13» апреля 2021 г. № 247-1