

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНОВЕРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 15.04.2026 08:53:28 Уникальный программный ключ: 054c0182970381149c3169960009940393896664	Рабочая программа дисциплины "Уравнения с частными производными" по направлению подготовки (специальности) 02.03.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" направленности (профиль) Математические и алгоритмические основы интеллектуальных систем ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

## Рабочая программа дисциплины (модуля)\*

Уравнения с частными производными

Направление подготовки (специальность)

02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность (профиль)

Математические и алгоритмические основы интеллектуальных систем

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2026

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

Челябинск 2026 г.



## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Знакомство с уравнениями в частных производных первого порядка и методами решения практических задач, приводящих к таким уравнениям.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение следующих индикаторов:

УК-2.1. Демонстрирует знание теоретических основ принятия решений в сфере управления проектами.

УК-2.2. Выявляет и анализирует различные способы решения задач в рамках цели проекта и аргументирует их выбор.

УК-2.3. Демонстрирует способность проектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений

ПК-1.1. Обладает знаниями о методологии и этапах выполнения научно-исследовательской работы; о методах решения научных задач; о методике подготовки отчета, в том числе выпускной квалификационной работы;

ПК-1.2. Демонстрирует умения: обрабатывать и анализировать научно-техническую информацию и результаты исследований; выполнять под научным руководством научно-исследовательскую или опытно-конструкторскую разработку в конкретной области профессиональной деятельности

ПК-1.3. Имеет практический опыт (навыки): научной аргументации при анализе объекта научной и профессиональной деятельности; подготовки научных обзоров, публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.1.ДВ.01.02

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Математический анализ

Алгебра

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

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений**

#### Знать:

Для достижения УК-2.1: основные понятия теории дифференциальных уравнений

#### Уметь:

Для достижения УК-2.2: решать задачи, связанные с уравнениями в частных производных

#### Владеть:

Для достижения УК-2.3: навыками решения практических задач, приводящих к уравнениям в частных производных

**ПК-1: Способность проводить под научным руководством локальные научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности**

#### Знать:

Для достижения ПК-1.1: методы решения уравнений в частных производных первого и второго порядка

#### Уметь:

Для достижения ПК-1.2: моделировать реальные процессы при помощи уравнений в частных производных

#### Владеть:

Для достижения ПК-1.3: навыками решения практических задач, приводящих к уравнениям в частных производных

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

3.1 Знать:



Рабочая программа дисциплины "Уравнения с частными производными" по направлению подготовки (специальности) 02.03.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" направленности (профилю) Математические и алгоритмические основы интеллектуальных систем ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 4

3.1.1 понятийный аппарат и методы решения уравнений в частных производных

**3.2 Уметь:**

3.2.1 применять алгоритмы решения основных задач для уравнений в частных производных

**3.3 Владеть:**

3.3.1 моделирования реальных процессов на языке уравнений в частных производных

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

<b>Общая трудоемкость</b>	<b>3 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану : 108	Виды контроля в семестрах: зачеты 5
в том числе :	
аудиторные занятия : 50	
самостоятельная работа : 57,8	
контактная работа: 50,2 ИКР: 0,2	

#### 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
<b>Раздел 1. Уравнения в частных производных первого порядка</b>				
1.1	Линейные уравнения в частных производных первого порядка /Лек/	5	4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
1.2	Квазилинейные уравнения в частных производных первого порядка /Лек/	5	8	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
1.3	Решение задач к разделу /Ср/	5	21,8	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
1.4	Решение задач /Пр/	5	4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
<b>Раздел 2. Уравнения в частных производных второго порядка</b>				
2.1	Классификация уравнений /Лек/	5	2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
2.2	Гиперболические уравнения /Лек/	5	6	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
2.3	Параболические уравнения /Лек/	5	6	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
2.4	Эллиптические уравнения /Лек/	5	8	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
2.5	Решение задач к разделу /Ср/	5	36	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
2.6	Решение задач /Пр/	5	12	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
<b>Раздел 3. Иная контактная работа</b>				
3.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	5	0,2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2

#### 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

##### 6.1. Перечень видов оценочных средств

№	Обязательный вид выполняемой работы
1.	Самостоятельная работа в форме домашних работ
2.	Самостоятельная работа на аудиторных занятиях
3.	Активное участие студентов на аудиторных занятиях (решение задач)
4.	Устный ответ на теоретический вопрос



5. Зачет

**6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации**

Текущая аттестация представляет собой устный опрос и письменную работу по решению задач. Вопросы предлагаются из перечня вопросов к зачёту. Задачи предлагаются из числа рассмотренных на занятиях в качестве примеров.

**6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации**

Список вопросов к зачёту

1. Линейное уравнение в частных производных первого порядка. Характеристики. Общий метод решения.
2. Квазилинейное уравнение первого порядка. Уравнение Хопфа.
3. Существование и единственность классического решения квазилинейного уравнения.
4. Обобщённые решения квазилинейных уравнений, ударные волны, условия Ранкина-Гюгонио.
5. Линейное уравнение с частными производными второго порядка, его главная часть. Связь главной части с квадратичными формами.
6. Классификация линейных уравнений с частными производными второго порядка в точке.
7. Приведение к каноническому виду уравнений в частных производных второго порядка в двумерной области.
8. Задачи, приводящие к уравнению струны.
9. Задача Коши для уравнения струны. Её корректность и формула Даламбера.
10. Граничные условия для уравнения струны.
11. Метод Фурье для уравнения струны: алгоритм и обоснование метода для первой начально-краевой задачи. Физический смысл решения: амплитуда и частота колебаний, стоячие волны.
12. Задачи, приводящие к уравнению теплопроводности. Краевые условия.
13. Единственность решения начально-краевых задач для уравнения теплопроводности.
14. Принцип максимума для уравнения теплопроводности.
15. Следствия из принципа максимума для уравнения теплопроводности.
16. Задача Коши для уравнения теплопроводности. Единственность решения в классе ограниченных функций в слое.
17. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности и его свойства.
18. Решение задачи Коши для уравнения теплопроводности. Интеграл Пуассона. Анализ интеграла Пуассона.
19. Постановки краевых задач для уравнений Лапласа и Пуассона. Пример Адамара.
20. Фундаментальное решение уравнения Лапласа, его явная форма.
21. Гармонические функции и их свойства: теорема о потоке, формулы Грина, бесконечная дифференцируемость.
22. Гармонические функции и их свойства: теоремы о среднем по сфере и по шару.
23. Гармонические функции и их свойства: принцип максимума и строгий принцип максимума.
24. Единственность решения внутренней задачи Дирихле для уравнения Лапласа и Пуассона. Непрерывная зависимость решения от исходных данных.
25. Функция Грина задачи Дирихле, её симметричность.
26. Теорема о явном виде решения задачи Дирихле. Функция Грина для шара.

**6.4. Критерии оценивания**

№	Обязательный вид выполняемой работы	Оценивание выполненной работы в баллах
1.	Самостоятельная работа в форме домашних работ	0-10
2.	Самостоятельная работа на аудиторных занятиях	0-5
3.	Активное участие студентов на аудиторных занятиях (решение задач)	0-5
4.	Устный ответ на теоретический вопрос	0-5
5.	Зачет	0-20

Для допуска на зачет по дисциплине студент должен набрать 20-40 баллов. Зачет проводится в форме контрольной работы, максимальное количество зарабатываемых баллов – 20.

«Зачтено» – выставляется, если решение предложенных задач выполнено студентом на достаточное число баллов (максимум – 20 баллов), студент не имеет пропусков, задолженностей по текущей успеваемости и набрал 20-40 баллов в течение семестра.

Студенты, не набравшие достаточного количества баллов в течение семестра и на зачетной работе и имеющие пропуски занятий, сдают зачет повторно в форме беседы.

«Не зачтено» – выставляется студентам, не сдавшим зачет в форме беседы.

При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете.



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

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л1.1	Миносцев В. Б., Берков Н. А., Зубков В. Г.	Дифференциальные уравнения. Уравнения математической физики. Теория оптимизации ( <a href="https://e.lanbook.com/book/211358">https://e.lanbook.com/book/211358</a> )	Санкт-Петербург : Лань, 2022	ЭБС

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.1	Сахарова Л. В., Стрюков М. Б.	Уравнения математической физики: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=568601">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=568601</a> )	Ростов-на-Дону : Издательско-полиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), 2018	ЭБС
Л2.2	Кутузов А. С.	Введение в функциональный анализ: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=571413">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=571413</a> )	Москва, Берлин : Директ-Медиа, 2020	ЭБС

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>
Э2	Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
Э3	Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт <a href="https://biblionline.ru">https://biblionline.ru</a>

### 7.3 Перечень информационных технологий

#### 7.3.1 Программное обеспечение

LMS Moodle

Adobe Reader

#### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

- ИНФОРМИО [Электронный ресурс]: электронный справочник [обеспечение всех типов образовательных учреждений нормативными, методическими, научно-практическими материалами]. – URL: <http://www.informio.ru/>.
- Национальная электронная библиотека (НЭБ) [Электронный ресурс]: объединенный электронный каталог фондов российских библиотек: сайт. – URL: <http://нэб.рф>.
- eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью (посадочные места не менее 15) и техническими средствами обучения (проектор, ноутбук или стационарный компьютер, мультимедийная доска).

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования: компьютер (с установленными программными средствами Microsoft Office 2013, Microsoft Windows 7, 7 Zip, Dev -C++, Gimp, Adobe Reader, Lazarus, Win DjView, Microsoft Visual Studio 2010, Pascal ABC, SMath Studio), телевизор и учебно-наглядных пособий (презентации, методические указания).

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)

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины.

При подготовке к занятиям студент должен просмотреть конспекты лекций по связанным предшествующим дисциплинам таким, как «Математический анализ», рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

Успешное изучение дисциплины требует от студентов посещения занятий, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления основной и дополнительной литературой.

Работа над текстом теоретического материала воскрешает в памяти его содержание, позволяет развивать аналитическое мышление.

Для выполнения практических, контрольных, домашних и индивидуальных заданий студентам необходимо внимательно прочитать соответствующий раздел конспекта лекций по предшествующим дисциплинам таким, как «Математический анализ» и проработать аналогичные задания, рассматриваемые преподавателем на аудиторных занятиях.

Основным методом обучения является самостоятельная работа студентов с учебно-методическими материалами, научной литературой, статистическими данными, в том числе из сети Интернет.

Постоянная активность на занятиях, готовность ставить и обсуждать актуальные проблемы дисциплины – залог успешной работы и положительной оценки.

Методические указания студентам по работе на аудиторных занятиях

Для успешного осуществления работы студентов на аудиторном занятии необходимо выполнять положения:

1. Студент должен иметь общую тетрадь для занятий.
2. Являться на занятия только с выученным теоретическим материалом, с выполненным домашним заданием.
3. На занятии студент должен выполнять все указания преподавателя.
4. Каждый должен выполнить программу занятия.
5. На занятии студент должен вести осмысленную работу по закреплению теоретического материала и выработке навыков решений задач.

Методические указания студентам по выполнению домашних заданий

1. Домашнее задание задается студенту объемом 3 трудные задачи или 5,6 задач по степени трудности ниже. Задачи задаются или по номерам из сборника задач по высшей математике, или под диктовку преподавателя.
2. До того, как выполнять домашнее (индивидуальное) задание, нужно проработать теоретический материал по данной теме. Просмотреть задачи, решенные на аудиторном занятии.
3. Домашнее (индивидуальное) задание выполняется в отдельной тетради, каждое задание отделяется числом и названием темы, по которой дано это задание. Все номера задач выделяются для удобства проверки домашнего задания.
4. Для того чтобы решить задачу нужно:
  - хорошо прочитать условие задачи;
  - подобрать стандартное решение данной задачи;
  - записать данные;
  - сделать чертеж (если этого требует условие задачи);
  - написать решение с подробным объяснением;
  - ответ после решения выделить.
5. Проверка в течение семестра домашних (индивидуальных) заданий проводится преподавателем с последующим выставлением баллов.
6. Если студент не может справиться с домашним заданием, то ему необходимо приходиться на дополнительные занятия.

Методические рекомендации для лиц с ограниченными возможностями здоровья

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет 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 по предмету является важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.



В случае применения при обучении дисциплине электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (Microsoft Teams, форумы, электронная почта, сотовая связь) и отложенного времени (системы дистанционного обучения Moodle, электронная почта, форумы).

Большую часть времени обучающиеся самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Студенты имеют возможность консультироваться с преподавателем по всем вопросам, возникающим в ходе самостоятельной работы посредством системы дистанционного обучения Moodle, электронной почты, сотовой связи, форумов.

Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы осуществляется через сеть Интернет в удобном для него месте, времени и темпе.

#### **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 информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и 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 с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности 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 предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. 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.

