

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 08.04.2026 16:55:16 Уникальный программный ключ: 04c19ed88fb98f3b6cb77a486b9a8788b8322323	Рабочая программа дисциплины "Компьютерные технологии в науке и образовании" по направлению подготовки (специальности) 01.04.01 "Математика" направленности (профилю) Уравнения с дробными производными ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

Рабочая программа дисциплины (модуля)*
Компьютерные технологии в науке и образовании

Направление подготовки (специальность)

01.04.01 Математика

Направленность (профиль)

Уравнения с дробными производными

Присваиваемая квалификация (степень)

магистр

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

Цель курса заключается в углублении знаний студентов в области уравнений в частных производных и их применении в современных компьютерных технологиях. Студенты осваивают численные методы решения различных задач, развивая навыки критического анализа и выбора наиболее эффективных подходов. В результате курса они будут способны применять полученные знания для решения реальных научных и инженерных задач, а также для разработки собственных проектов в данной области.

ПК-2.1. Обладает знаниями о существующих типовых шаблонах проектирования программного обеспечения, о методах и средствах проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных.

ПК-2.2. Демонстрирует умение применять типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения, применять методы и средства проектирования программного обеспечения, баз данных, структур данных.

ПК-2.3. Имеет практический опыт (навыки) применения стандартных алгоритмов при проектировании программного обеспечения, разработки алгоритмов решения задач в соответствии с поставленными условиями, использования методов и приёмов алгоритмизации поставленных задач.

ПК-3.1. Знать организацию внутренней и внешней памяти компьютеров, общих принципов архитектур процессоров различных типов, особенности в организации устройств управления вычислительных машин, внутренних и внешних интерфейсов компьютера.

ПК-3.2. Уметь осуществлять комплексирование и разработку аппаратных средств в соответствии с назначением систем, распределять функции, возлагаемые на аппаратные и программные средства систем.

ПК-3.3. Владеть навыками разработки технических спецификаций на программные модули и их взаимодействие, осуществления комплексной настройки аппаратных средств и отладки прикладного программного обеспечения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.03

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Основа дисциплины состоит из базовых знаний, полученных на уровне бакалавриата и следующих дисциплин:

Методика преподавания математики

Уравнения в частных производных первого порядка

Психолого-педагогические основы общения и мотивации учебной и профессиональной деятельности

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

Численные методы решения дробных дифференциальных уравнений

Производственная практика (научно-исследовательская работа)

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

ПК-2: Способен к преподаванию математических дисциплин по программам профессионального обучения, среднего профессионального образования (СПО) и дополнительным программам (ДПП).

Знать:

о существующих типовых шаблонах проектирования программного обеспечения, о методах и средствах проектирования программного обеспечения, структур данных, баз данных.

Уметь:

использовать компьютерные технологии, включая программирование и специализированные программные пакеты, для разработки и визуализации собственных моделей.

Владеть:

навыками применения стандартных алгоритмов при проектировании программного обеспечения, разработки алгоритмов решения задач в соответствии с поставленными условиями, использования методов и приёмов алгоритмизации поставленных задач.



ПК-3: Способен понимать принципы работы современных электронно-вычислительных и вычислительных машин, работать в команде, управлять командной работой

Знать:

организацию внутренней и внешней памяти компьютеров, общих принципов архитектур процессоров различных типов, особенности в организации устройств управления вычислительных машин, внутренних и внешних интерфейсов компьютера.

Уметь:

осуществлять комплексирование и разработку аппаратных средств в соответствии с назначением систем, распределять функции, возлагаемые на аппаратные и программные средства систем.

Владеть:

навыками разработки технических спецификаций на программные модули и их взаимодействие, осуществления комплексной настройки аппаратных средств и отладки прикладного программного обеспечения.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	основные концепции и методы анализа уравнений в частных производных, их классификацию и применение в различных областях науки и техники.
3.2	Уметь:
3.2.1	использовать компьютерные технологии, включая программирование и специализированные программные пакеты, для разработки и визуализации собственных моделей.
3.3	Владеть:
3.3.1	навык критического анализа полученных результатов, что позволит ему формулировать выводы и предлагать оптимальные решения для практических задач.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость		3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	: 108	Виды контроля в семестрах: экзамены 3
в том числе	:	
аудиторные занятия	: 34	
самостоятельная работа	: 52,7	
часов на контроль	: 18	
контактная работа:	37,3	
ИКР:	3,3	

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	Раздел 1. Основные компьютерные методы в науке			
1.1	Введение в численные методы для уравнений в частных производных: Исследование основных численных методов и их реализация для простых уравнений. /Лаб/	3	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2
1.2	Метод конечных разностей: Реализация и применение метода конечных разностей для решения уравнения теплопроводности. /Лаб/	3	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2
1.3	Метод конечных элементов: Моделирование механических систем с помощью метода конечных элементов для решения уравнении Лапласа. /Лаб/	3	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2
1.4	Метод спектральных элементов: Анализ решения задачи о колебаниях струны с использованием метода спектральных элементов. /Лаб/	3	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2
1.5	Расчет устойчивости схем: Проведение анализа устойчивости для различных численных схем уравнений в частных производных. /Лаб/	3	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2
	Раздел 2. Компьютерные методы для УЧП			



2.1	Решение уравнения Навье-Стокса: Моделирование течения жидкости путем применения численных методов к уравнению Навье-Стокса. /Лаб/	3	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2
2.2	Численное решение уравнения Бургера: Проведение анализа и визуализация решений нелинейного уравнения Бургера. /Лаб/	3	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2
2.3	Симуляция волнового уравнения: Разработка программы для численной симуляции одно- и двумерного волнового уравнения. /Лаб/	3	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2
2.4	Решение проблем с граничными условиями: Исследование различных типов граничных условий и их влияние на численные решения. /Лаб/	3	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2
2.5	Методы адаптивной сетки: Применение адаптивной сетки для решения уравнений в частных производных с высокой градиентной областью. /Лаб/	3	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2
2.6	Параллельные вычисления: Введение в параллельные алгоритмы для численного решения уравнений в частных производных на суперкомпьютерах. /Лаб/	3	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2
2.7	Оптимизация для сложных задач: Применение методов оптимизации для улучшения скорости решения уравнений в частных производных. /Лаб/	3	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2
2.8	Имитационное моделирование: Использование уравнений в частных производных для имитационного моделирования физических процессов. /Лаб/	3	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2
2.9	Визуализация численных решений: Разработка инструментов для визуализации численных данных и решений уравнений в частных производных. /Лаб/	3	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2
Раздел 3. Компьютерные технологии в образовании				
3.1	Игровая форма обучения: Создание образовательной игры, основанной на решении уравнений в частных производных. /Лаб/	3	4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2
3.2	Сравнительный анализ методов: Проведение сравнительного анализа разных численных методов на одной и той же задаче. /Лаб/	3	2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2
Раздел 4. Индивидуальный проект				
4.1	Индивидуальная работа по теме курса /Ср/	3	11,7	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2
4.2	Самостоятельная работа студента заключается в глубоком исследовании выбранной темы, связанной с уравнениями в частных производных и их применением в компьютерных технологиях. Студент должен проанализировать существующие подходы и методы, собрать актуальную литературу и примеры решений, а также разработать собственный математический или численный метод. В процессе работы ему необходимо будет решать задачи, моделировать процессы и оформлять полученные результаты в виде отчета, демонстрирующего понимание материала. Завершающим этапом станет защита работы, на которой студент представит свои выводы и продемонстрирует компьютерные модели или визуализации, подтверждающие его исследования. /Ср/	3	41	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1
Раздел 5. Иная контактная работа				
5.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	3	3,3	Л2.1

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

Лабораторные работы
Экзамен в письменной форме

6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации



Пример лабораторной работы: Моделирование теплопроводности одномерного стержня

Цель работы: Изучение процессов теплопроводности в одномерном стержне с использованием метода конечных разностей для численного решения уравнения теплопроводности.

Оборудование и материалы:

- Компьютер с установленным программным обеспечением (например, Python, MATLAB или Julia)
- Средства для разработки (IDE или текстовые редакторы)
- Исходные данные: размеры стержня, начальная температура, границы температур

Задачи:

1. Формулирование задачи: Сформулировать уравнение теплопроводности для одномерного стержня с заданными начальными и граничными условиями.
2. Дискретизация: Применить метод конечных разностей для дискретизации уравнения. Определить шаг по пространству (Δx) и времени (Δt) . Понять, какое условие стабильности (условие Куранта) должно выполняться.
3. Программирование: Написать программу, реализующую алгоритм численного решения уравнения теплопроводности. Программа должна:
 - Задать параметры (длину стержня, начальную температуру, граничные условия).
 - Рассчитать значения температуры в каждом узле стержня с течением времени.
 - Сохранить промежуточные результаты для дальнейшего анализа.
4. Визуализация: Создать графики, отображающие распределение температуры по стержню в разные моменты времени. Использовать библиотеки для визуализации (например, Matplotlib в Python).
5. Анализ результатов: Обсудить полученные результаты, проанализировать стабильность и точность вычислений. Сравнить численные данные с аналитическими решениями (если возможно) и сделать выводы о применимости метода.
6. Отчет: Подготовить отчет о выполненной лабораторной работе, включив в него:
 - Цели и задачи работы
 - Описание алгоритма и программы
 - Графики распределения температуры
 - Анализ полученных результатов и выводы о корректности модельного подхода.

6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

1. Основные понятия:

- Что такое уравнение в частных производных и какие его основные типы (эллиптические, параболические, гиперболические)?
- Какие физические процессы могут быть описаны уравнениями в частных производных? Приведите примеры.

2. Методы решения:

- Опишите метод конечных разностей и его применение к уравнениям в частных производных.
- В чем заключается суть метода конечных элементов? Когда его использование предпочтительнее, чем метод конечных разностей?

3. Численные методы:

- Объясните, что такое приближение и ошибки численных методов. Как определить стабильность численного решения?
- Как происходит дискретизация уравнения в частных производных с помощью конечных разностей?

4. Граничные условия:

- Какие существуют типы граничных условий (дирихле, неумин, смешанные) и как они влияют на решение уравнения?
- Как записать математически начальные и граничные условия для задачи о теплопроводности?

5. Визуализация и анализ:

- Какие графики можно использовать для визуализации результатов численного моделирования? Как выбрать



подходящие параметры для графиков?

- Как можно оценить точность численного решения и сравнить его с аналитическими решениями?

6. Практические задачи:

- Приведите пример задачи, где применяются уравнения в частных производных. Опишите кратко, как будет выглядеть решение этой задачи.
- Как с помощью методов численного анализа можно моделировать процессы в инженерных задачах (например, теплообмен, механика жидкостей)?

7. Современные подходы:

- Какие методы машинного обучения могут быть применены к задачам, связанным с уравнениями в частных производных?
- Каковы направления современных исследований в области численного анализа?

6.4. Критерии оценивания

В ходе учебного семестра обучающийся должен выполнить лабораторные работы по восьми темам. Лабораторные работы по каждой теме можно зачесть, если обучающийся демонстрирует уровень знаний и умений согласно таблице:

На экзамене студенту будет предложен билет, состоящий из 3-х вопросов по разным разделам курса, при ответе на которые экзаменуемый должен продемонстрировать знание теоретических понятий темы вопроса и проиллюстрировать их разбором практического примера.

Владение понятийным аппаратом: свободно владеет понятийным аппаратом, умеет использовать его - отлично; владеет понятийным аппаратом, но при использовании его допускает неточности - хорошо; в основном знает содержание понятий, но допускает ошибки в их использовании - удовлетворительно; не владеет основными понятиями по предмету неудовлетворительно.

Владение фактическим материалом по теме: знание и свободное владение фактическим материалом по теме - отлично; незначительные неточности в изложении фактического материала - хорошо; испытывает затруднения в изложении фактического материала - удовлетворительно; не владеет фактическим материалом - неудовлетворительно.

Логичность изложения материала - свободное владение речью, логичность и последовательность в изложении материала - отлично; испытывает отдельные затруднения в логичности и последовательности изложения материала - хорошо; материал в значительной степени излагается бессистемно и с нарушением логических связей - удовлетворительно; отсутствие логики в изложении материала - неудовлетворительно.

Отметка «отлично» ставится в том случае, если по двум из трех критериев ответ оценивается «отлично» и по одному – на «хорошо».

Отметка «хорошо» – если по двум критериям – не ниже «хорошо» и по одному «удовлетворительно».

Отметка «удовлетворительно» – если по двум критериям не ниже «удовлетворительно» и по одному – «неудовлетворительно».

Отметка «неудовлетворительно» – если по двум и более критериям «неудовлетворительно».

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

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л1.1	Кузнецова Н.В., Морозкина С.С.	Компьютерные технологии в профессиональной деятельности: учебник (https://znanium.com/catalog/document?id=430898)	Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2023	ЭБС
Л1.2	Лопаницын Е. А., Фролов А. Б.	Численные методы в среде Octave: учебное пособие для вузов (https://e.lanbook.com/book/440009)	Санкт-Петербург : Лань, 2025	ЭБС

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
--	---------	----------	---------------	--------



	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.1	Канторович Л. В., Крылов В. И.	Методы приближенного решения уравнений в частных производных	Москва : ОНТИ, 1936	
Л2.2	Назина Л. И., Дворянинова О. П., Клейменова Н. Л., Пегина А. Н.	Компьютерные технологии в проектировании: лабораторный практикум: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=712761)	Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2022	ЭБС

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1 Stepik — образовательная платформа <https://stepik.org/catalog/search?q=численные%20методы>

7.3 Перечень информационных технологий

7.3.1 Программное обеспечение

LMS Moodle

Adobe Reader

Python

7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ : база данных / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, 1992. – Текст : электронный.

eLIBRARY.RU : 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>. – Текст : электронный.

Moodle : система дистанционного обучения : [база данных] / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, [б.г.]. – Доступ из сети ЧелГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.uio.csu.ru/login/index.php>. – Текст : электронный.

Научная библиотека Челябинского государственного университета : [сайт] / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, [2001-]. – Режим доступа: <http://www.lib.csu.ru/>, свободный. – Загл. с экрана. – Текст : электронный.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью.

Для проведения занятий лекционного типа используется переносное и / или стационарное мультимедийное оборудование (экран, ноутбук или десктоп, проектор).

Для обеспечения тематической иллюстрации занятий лекционного типа в образовательном процессе используются цифровые образовательные ресурсы (мультимедийные презентации по всем темам программы).

Для проведения лабораторных работ и самостоятельной работы используется компьютерный класс, объединённых в локальную компьютерную сеть с выходом в Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, с установленным программным обеспечением.

При изучении дисциплины используется программное обеспечение, указанное в п. 7.3.1.

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

Учебный курс строится таким образом, чтобы способствовать созданию у обучающегося понятийно–теоретической базы, развитию умения практического решения задач, умения работать со справочной литературой.

Для успешного усвоения материала студенту необходимо получить достаточное количество баллов по следующим формам обучения:

1. Лекционная форма, которая предполагает посещение лекций.
2. Практическая форма занятий предполагает выполнение лабораторных работ, использование справочной литературы.
3. Самостоятельная форма работы предполагает изучение теоретических вопросов, выполнение



практических заданий. Для их выполнения обучающемуся необходимо использование и изучение литературы по заданной теме.

Учебным планом предусмотрена самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- проработку теоретического материала по учебникам или конспекту лекций с обязательным разбором приведенных примеров;
- подготовку к практическим занятиям;
- подготовку к сдаче зачета.

При планировании времени на самостоятельную работу студентам необходимо предусмотреть регулярное повторение пройденного материала. Теоретический материал, законспектированный на лекциях, необходимо дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

В случае применения при изучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального или отложенного времени, при этом используются возможности системы дистанционного обучения Moodle и электронная почта.

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 электронной почты, сообщений системы дистанционного обучения Moodle.

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 обучающимся 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 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.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Рабочая программа дисциплины "Компьютерные технологии в науке и образовании" по направлению подготовки (специальности) 01.04.01 "Математика" направленности (профилю) Уравнения с дробными производными ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 10

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.



WORKING PROGRAM OF THE COURSE (MODULE)*

Computer Technologies in Science and Education

Scientific specialty

01.04.01 Mathematics

Direction

Fractional Differential Equations

Degree

Master’s

Mode of study

Full-time

Enrollment Year 2026

* The work program of the course (module) is adapted for inclusive education of disabled people and people with disabilities

Chelyabinsk, 2026



Table of Contents

1. Goals of mastering the course
2. Place of the course in the structure of the educational program
3. Competencies of the student, formed as a result of mastering the course (module)
4. Scope of the course (module)
5. Structure and content of the course (module)
6. Fund of assessment means
 - 6.1 List of types of assessment tools
 - 6.2 Typical control tasks and other materials for current certification
 - 6.3. Typical control questions and assignments for interim certification
 - 6.4. Evaluation Criteria
7. Educational, methodical and informational support of the course (module)
 - 7.1 Recommended literature
 - 7.2 List of resources of information and telecommunication network “Internet”
 - 7.3. List of information technologies
8. Material and technical support of the course (module)
9. Methodical instructions for students to master the course (module)
10. Special conditions for mastering the course of students with disabilities and disabilities



1. GOALS OF MASTERING THE COURSE

The purpose of the course is to deepen students' knowledge in the field of partial differential equations and their application in modern computer technologies. Students will master numerical methods for solving various problems, developing critical analysis skills and choosing the most effective approaches. As a result of the course, they will be able to apply the acquired knowledge to solve real scientific and engineering problems, as well as to develop their own projects in this field.

PC-2.1. Has knowledge of existing standard software design patterns, methods and tools for designing software, data structures, and databases.

PC-2.2. Demonstrates the ability to apply standard solutions, libraries of software modules, templates, classes of objects used in software development, apply methods and tools for designing software, databases, and data structures.

PC-2.3. Has practical experience (skills) in applying standard algorithms in software design, developing algorithms for solving problems in accordance with the conditions set, and using methods and techniques for algorithmizing tasks.

PC-3.1. To know the organization of the internal and external memory of computers, the general principles of processor architectures of various types, the specifics in the organization of computer control devices, internal and external computer interfaces.

PC-3.2. Be able to integrate and develop hardware in accordance with the purpose of the systems, distribute the functions assigned to the hardware and software of the systems.

PC-3.3. Possess the skills of developing technical specifications for software modules and their interaction, performing complex hardware configuration and debugging application software.

2. PLACE OF THE COURSE IN THE STRUCTURE OF THE EDUCATIONAL PROGRAM

Cycle (section) curriculum: P1.E.03

2.1 Requirements for the student's pre-training:

The basis of the discipline consists of basic knowledge acquired at the undergraduate level and the following disciplines:

Methods of Teaching Mathematics

First Order Partial Differential Equations

Psychological and Pedagogical Foundations of Communication and Motivation for Educational and Professional Activities

2.2 Courses and practices for which the development of this course (module) is necessary as a precursor:

Numerical Methods for Solving Fractional Differential Equations

Work Experience Internship (Research Work)

3. COMPETENCIES OF THE STUDENT, FORMED AS A RESULT OF MASTERING THE COURSE (MODULE)

PC-2: Capable of teaching mathematical disciplines in vocational training programmes, secondary vocational education (SVE) and additional programmes (AP).

Know:

about existing standard software design patterns, methods and tools for designing software, data structures, and databases.

Be able to:

use computer technologies, including programming and specialized software packages, to develop and visualize your own models.

Possess:

skills in applying standard algorithms in software design, developing algorithms for solving problems in accordance with the set conditions, and using methods and techniques for algorithmizing tasks.

PC-3: Able to understand the principles of operation of modern electronic computers and computing machines, work in a team, manage teamwork.

Know:

the organization of the internal and external memory of computers, the general principles of processor architectures of various types, features in the organization of computer control devices, internal and external computer interfaces.



Be able to:

to implement the integration and development of hardware in accordance with the purpose of the systems, to distribute the functions assigned to the hardware and software of the systems.

Possess:

skills in developing technical specifications for software modules and their interaction, performing complex hardware configuration and debugging application software.

As a result of mastering the course, the student must

3.1 Know:	
3.1.1	basic concepts and methods of analysis of partial differential equations, their classification and application in various fields of science and technology.
3.2 Be able to:	
3.2.1	use computer technologies, including programming and specialized software packages, to develop and visualize your own models.
3.3 Possess:	
3.3.1	the skill of critical analysis of the results obtained, which will allow him to formulate conclusions and propose optimal solutions for practical tasks.

4. SCOPE OF THE COURSE (MODULE)

Total labor intensity	3 Credits
Curriculum hours : 108 including : classroom training : 34 independent work : 52,7 hours for monitoring: 18 contact work : 37,3 OCW : 3,3	Types of control in semesters: exams: 3

5. STRUCTURE AND CONTENT OF THE COURSE (MODULE)

Class code	Name of sections and topics /type of lesson/	Semester / Course	Hours	Literature
	Section 1. Basic computer methods in science			
1.1	Introduction to numerical methods for partial differential equations: A study of basic numerical methods and their implementation for simple equations. /Lab/	3	2	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L1.5 L2.1
1.2	Finite difference method: The implementation and application of the finite difference method for solving the equation of thermal conductivity. /Lab/	3	2	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L1.5 L2.1
1.3	Finite element method: Modeling of mechanical systems using the finite element method for solving the Laplace equation. /Lab/	3	2	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L1.5 L2.1
1.4	Spectral element method: Analysis of the solution of the problem of string vibrations using the spectral element method. /Lab/	3	2	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L1.5 L2.1
1.5	Calculation of circuit stability: Conducting stability analysis for various numerical schemes of partial differential equations. /Lab/	3	2	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L1.5 L2.1
	Section 2. Computer methods for PDE			
2.1	Solution of the Navier-Stokes equation: Simulation of fluid flow by applying numerical methods to the Navier-Stokes equation. /Lab/	3	2	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L1.5 L2.1
2.2	Numerical solution of the Burgers equation: Analysis and visualization of solutions to the nonlinear Burgers equation. /Lab/	3	2	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L1.5 L2.1
2.3	Wave equation simulation: Development of a program for numerical simulation of one- and two-dimensional wave equations. /Lab/	3	2	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L1.5 L2.1
2.4	Solving problems with boundary conditions: The study of various types of boundary conditions and their impact on numerical solutions. /Lab/	3	2	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L1.5 L2.1



2.5	Adaptive grid methods: The use of an adaptive grid for solving partial differential equations with a high gradient domain. /Lab/	3	2	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L1.5 L2.1
2.6	Parallel computing: An introduction to parallel algorithms for numerical solution of partial differential equations on supercomputers. /Lab/	3	2	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L1.5 L2.1
2.7	Optimization for complex problems: Applying optimization techniques to improve the speed of solving partial differential equations. /Lab/	3	2	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L1.5 L2.1
2.8	Simulation modeling: The use of partial differential equations for simulation of physical processes. /Lab/	3	2	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L1.5 L2.1
2.9	Visualization of numerical solutions: Development of tools for visualization of numerical data and solutions of partial differential equations. /Lab/	3	2	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L1.5 L2.1
Section 3. Computer technologies in education				
3.1	Game form of learning: Creating an educational game based on solving partial differential equations. /Lab/	3	4	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L1.5 L2.1
3.2	Comparative analysis of methods: Conducting a comparative analysis of different numerical methods on the same problem. /Lab/	3	2	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L1.5 L2.1
Section 5. Other contact work				
4.1	Individual consultations, current control /OCW/	3	3,3	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L1.5 L2.1
4.2	The student's independent work consists in in-depth research of the chosen topic related to partial differential equations and their application in computer technology. The student should analyze existing approaches and methods, collect relevant literature and examples of solutions, and develop their own mathematical or numerical method. In the course of his work, he will need to solve problems, model processes and formalize the results in the form of a report demonstrating understanding of the material. The final stage will be the defense of the paper, where the student will present his findings and demonstrate computer models or visualizations confirming his research. /IndW/	3	52,7	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L1.5 L2.1 W1

6. FUND OF ASSESSMENT MEANS

6.1. List of types of assessment tools

Laboratory work
 The written exam

6.2. Typical control tasks and other materials for current certification

Example of laboratory work: Modeling the thermal conductivity of a one-dimensional rod
 The purpose of the work: To study the processes of thermal conductivity in a one-dimensional rod using the finite difference method for the numerical solution of the equation of thermal conductivity.

Equipment and materials:

- A computer with software installed (for example, Python, MATLAB or Julia)
- Development tools (IDE or text editors)
- Initial data: rod dimensions, initial temperature, temperature limits

Tasks:

1. Formulation of the problem: Formulate the equation of thermal conductivity for a one-dimensional rod with specified initial and boundary conditions.

2. Discretization: Apply the finite difference method to discretize the equation. Determine the step by space (Δx) and time (Δt) . Understand which stability condition (the Courant condition) must be fulfilled.



3. Programming: Write a program that implements an algorithm for numerically solving the heat equation. The program should:
- Set parameters (rod length, initial temperature, boundary conditions).
 - Calculate the temperature values in each node of the rod over time.
 - Save interim results for further analysis.
4. Visualization: Create graphs showing the temperature distribution across the rod at different points in time. Use libraries for visualization (for example, Matplotlib in Python).
5. Analysis of results: Discuss the results obtained, analyze the stability and accuracy of calculations. Compare numerical data with analytical solutions (if possible) and draw conclusions about the applicability of the method.
6. Report: Prepare a report on the completed laboratory work, including:
- Goals and objectives of the work
 - Description of the algorithm and program
 - Temperature distribution graphs
 - Analysis of the results obtained and conclusions about the correctness of the model approach.

6.3. Typical control questions and assignments for interim certification

1. Basic concepts:
- What is a partial differential equation and what are its main types (elliptical, parabolic, hyperbolic)?
 - What physical processes can be described by partial differential equations? Give examples.
2. Solution methods:
- Describe the finite difference method and its application to partial differential equations.
 - What is the essence of the finite element method? When is its use preferable to the finite difference method?
3. Numerical methods:
- Explain what approximation and errors of numerical methods are. How to determine the stability of a numerical solution?
 - How is the discretization of partial differential equations using finite differences?
4. Boundary conditions:
- What types of boundary conditions are there (Dirichlet, Neumann, mixed) and how do they affect the solution of the equation?
 - How to write down mathematically the initial and boundary conditions for the problem of thermal conductivity?
5. Visualization and analysis:
- What graphs can be used to visualize the results of numerical modeling? How do I choose the appropriate parameters for the charts?
 - How can one evaluate the accuracy of a numerical solution and compare it with analytical solutions?
6. Practical tasks:
- Give an example of a problem where partial differential equations are applied. Briefly describe what the solution to this problem will look like.
 - How can numerical analysis methods be used to model processes in engineering problems (for example, heat transfer, fluid mechanics)?
7. Modern approaches:
- What machine learning methods can be applied to problems related to partial differential equations?
 - What are the directions of modern research in the field of numerical analysis?



6.4. Evaluation Criteria

During the academic semester, the student must complete laboratory work on eight topics.

Laboratory work on each topic can be read if the student demonstrates the level of knowledge and skills according to the table:

During the exam, the student will be offered a ticket consisting of 3 questions in different sections of the course, which the examinee must answer to demonstrate knowledge of the theoretical concepts of the topic of the question and illustrate them by analyzing a practical example.

Possession of the conceptual apparatus: is fluent in the conceptual apparatus, knows how to use it - excellent; knows the conceptual apparatus, but makes inaccuracies when using it - good; basically knows the content of concepts, but makes mistakes in their use - satisfactory; does not know the basic concepts of the subject unsatisfactorily.

Knowledge of the actual material on the topic: knowledge and fluency of the actual material on the topic is excellent; minor inaccuracies in the presentation of the actual material - good; has difficulty in presenting the factual material - satisfactory; does not know the factual material - unsatisfactory.

Logical presentation of the material - fluency in speech, logical and consistent presentation of the material - excellent; has some difficulties in the logical and consistent presentation of the material - good; the material is largely presented haphazardly and with a violation of logical connections - satisfactory; lack of logic in the presentation of the material - unsatisfactory.

The mark "excellent" is given if the answer is rated "excellent" by two of the three criteria and "good" by one.

A mark of "good" is if two criteria are at least "good" and one is "satisfactory".

The mark "satisfactory" is if two criteria are at least "satisfactory" and one is "unsatisfactory".

The mark "unsatisfactory" is if it is "unsatisfactory" according to two or more criteria.

7. EDUCATIONAL, METHODOLOGICAL AND INFORMATIONAL SUPPORT OF THE COURSE (MODULE)

7.1. Recommended literature

7.1.1. Basic literature

	Authors, compilers	Title	Publisher, year	Resource
L1.1	Kantorovich L. V., Krylov V. I.	Methods of approximate solution of partial differential equations	Moscow : ONTI, 1936	
L1.2	Kuznetsova N. V., Morozkina S. S.	Computer technologies in professional activity: textbook (https://znanium.com/catalog/document?id=430898)	Moscow : Scientific Publishing Center INFRA-M, LLC, 2023	ELS
L1.3	Koldaev V. D., Gagarina L. G.	Numerical methods and programming: a textbook (https://znanium.ru/catalog/document?id=449087)	Moscow : FORUM Publishing House, 2025	ELS
L1.4	Lopnitsyn E. A., Frolov A. B.	Numerical methods in the Octave environment: a textbook for universities (https://e.lanbook.com/book/440009)	Saint Petersburg : Lan, 2025	ELS
L1.5	Chertkova E. A.	Computer learning technologies: a textbook for universities (https://urait.ru/bcode/562151)	Moscow : Yurait, 2025	ELS

7.1.2. Further reading

	Authors, compilers	Title	Publisher, year	Resource
L2.1	Nazina L. I., Dvoryaninova O. P., Kleimenova N. L., Pegina A. N.	Computer technologies in design: laboratory workshop: textbook (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=712761)	Voronezh : Voronezh State University of Engineering Technologies, 2022	ELS

7.2. List of resources of the information and telecommunication network “Internet”

W1	Stepik — educational platform https://stepik.org/catalog/
----	---



7.3 List of information technologies

7.3.1 Software

LMS Moodle

Adobe Reader

Python

7.3.2 Professional databases and reference systems

CSU Scientific Library electronic catalog [Electronic resource] : database / Chelyabinsk State University. Chelyabinsk, 1992 : website. – URL: <http://www.lib.csu.ru> . – Text : electronic.

Scientific electronic Library eLIBRARY.RU " - section "Open access journals"
(https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_free.asp) URL: <http://www.elibrary.ru> . The access mode is for registered users.

Moodle : distance learning system : [database] / Chelyabinsk State University. – Chelyabinsk, [b.g.]. – Access from the ChelSU network or, after registration from the university network, from anywhere with Internet access. – URL: <http://moodle.uio.csu.ru/login/index.php> . – Text : electronic.

8. MATERIAL AND TECHNICAL SUPPORT OF THE COURSE (MODULE)

To implement the discipline, classrooms are used for lecture-type classes, laboratory classes, group and individual consultations, ongoing monitoring and intermediate certification, as well as facilities for independent work.

Classrooms are equipped with specialized furniture.

Portable and/or stationary multimedia equipment (screen, laptop or desktop, projector) is used for conducting lecture-type classes.

Digital educational resources (multimedia presentations on all topics of the program) are used in the educational process to provide thematic illustrations of lecture-type classes.

For laboratory work and independent work, a computer classroom is used, integrated into a local computer network with Internet access and access to the electronic information and educational environment of the university, with software installed.

When studying the discipline, the software specified in clause 7.3.1 is used.

9. METHODOICAL INSTRUCTIONS FOR STUDENTS TO MASTER THE COURSE (MODULE)

The training course is designed in such a way as to contribute to the creation of a conceptual and theoretical base for students, the development of practical problem solving skills, and the ability to work with reference literature.

In order to successfully master the material, the student must receive a sufficient number of points in the following forms of study:

1. Lecture form, which involves attending lectures.
2. The practical form of classes involves the performance of laboratory work, the use of reference literature.
3. An independent form of work involves the study of theoretical issues and the performance of practical tasks. To complete them, the student needs to use and study the literature on a given topic.

The curriculum provides for students to work independently. Independent work is carried out in order to deepen knowledge of the discipline and provides for:

- study of theoretical material from textbooks or lecture notes with mandatory analysis of the examples given.;
- preparation for practical exercises;
- preparation for passing the test.

When planning time for independent work, students should provide for regular repetition of the material they have learned. The theoretical material outlined in the lectures should be supplemented with information from literary sources presented in the work program.



If e-learning and distance learning technologies are used in the study of the discipline, communication between students and the teacher is carried out in real or delayed time, using the capabilities of the Moodle distance learning system and e-mail. Most of the time, students work independently with teaching materials. Students have the opportunity to consult with the teacher on all issues arising in the course of independent work, via e-mail, messages from the Moodle distance learning system. The student's access to educational resources in the deferred time mode, independent work is carried out via the Internet in a convenient place, time and pace for him.

When teaching people with disabilities, e-learning and distance learning technologies provide for the possibility of receiving and transmitting information in forms accessible to them.

Implementation of the discipline using e-learning, distance learning technologies (hereinafter referred to as – EO, DOT) It is carried out on the basis of the "Regulations on the implementation of basic and additional educational programs using e-learning and distance learning technologies at the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Chelyabinsk State University", "Regulations on the procedure for crediting students in basic professional educational programs of higher education at the FSBEI HE “CSU” the results of mastering in organizations engaged in educational activities. activities, academic subjects, courses, disciplines (modules), practices, additional educational programs" through the electronic information and educational environment of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "CSU". In exceptional cases (force majeure, etc.), when implementing educational activities using EO, DOT may use components that are not included in the list of electronic information and educational environment.

10. SPECIAL CONDITIONS FOR MASTERING THE COURSE OF STUDENTS WITH DISABILITIES AND DISABILITIES

The discipline is mastered by people with disabilities and people with disabilities using special technical means and information technologies provided by the CSU Resource Training and Methodological Center for the Education of People with Disabilities and People with Disabilities at the request of the student (mobile special technical means for people with visual and hearing impairments, assistive information technologies).

If necessary, special software (speech navigation software, speech synthesizers, screen magnifiers) is installed in the workplace for practical or laboratory classes.

Unhindered access to classrooms is provided for students with disabilities and those with disabilities. In each classroom where people with disabilities and people with disabilities study, an appropriate number of places is provided for students, taking into account their health disorders.

To master the discipline, people with disabilities and persons with disabilities are provided with access to printed sources available in the CSU scientific library using special technical means; access using special technical and software tools to electronic sources presented in the form of an electronic document in the CSU scientific library fund or electronic library systems.

Educational and methodological materials for students with disabilities and persons with disabilities are provided in forms adapted to their health limitations and information perception characteristics.

For people with disabilities and people with disabilities, the discipline can be partially or completely mastered using distance learning technologies.

When conducting an interim assessment in a discipline, students with disabilities and those with disabilities are provided, upon their application, with instructions in an accessible form, depending on their individual characteristics, on the procedure for conducting an interim assessment, assessment tools and the possibility of answering tasks (written on paper, a set of answers on a computer, written in Braille, using the services of an assistant, verbally).

When conducting the procedure for evaluating the learning outcomes of people with disabilities and persons with disabilities, it is envisaged to use the facilities provided by CSU or their own technical means necessary for them due to their individual characteristics.

If necessary, people with disabilities and people with disabilities are given additional time to prepare responses to assignments, and the procedure for evaluating learning outcomes in a discipline can be carried out in several stages.

