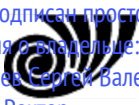


Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	 МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 08.04.2026 15:40:42 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bf8961908cd77a48609a878808522525	Рабочая программа дисциплины "Обыкновенные дифференциальные уравнения и специальные функции" по направлению подготовки (специальности) 02.03.01 "Математика и компьютерные науки" направленности (профиль) Математические и компьютерные методы в фундаментальных и прикладных исследованиях ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

Рабочая программа дисциплины (модуля)*

Обыкновенные дифференциальные уравнения и специальные функции

Направление подготовки (специальность)

02.03.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль)

Математические и компьютерные методы в фундаментальных и прикладных исследованиях

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



Рабочая программа дисциплины "Обыкновенные дифференциальные уравнения и специальные функции" по направлению подготовки (специальности) 02.03.01 "Математика и компьютерные науки" направленности (профилю) Математические и компьютерные методы в фундаментальных и прикладных исследованиях ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 3

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель факультатива "Обыкновенные дифференциальные уравнения и специальные функции" познакомить студентов с новыми методами решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

УК-1.1. Выполняет поиск информации, определяет критерии системного анализа поставленных задач

УК-1.2. Использует критический анализ, систематизацию и обобщение информации для решения поставленных задач

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: ФТД.01

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Для успешного освоения факультатива необходимы знания дисциплин «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Функциональный анализ», «Уравнения с частными производными», а также Теория графов (научный семинар)

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

Знания, полученные при изучении факультатива, могут быть полезны для научно-исследовательской работы студентов.

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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

УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

Знать:

критерии системного анализа поставленных задач.

Уметь:

выполнять поиск информации, определять критерии системного анализа поставленных задач.

Владеть:

навыками использования критического анализа, систематизации и обобщения информации для решения поставленных задач.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	критерии системного анализа поставленных задач
3.2	Уметь:
3.2.1	выполнять поиск информации, определять критерии системного анализа поставленных задач
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками использования критического анализа, систематизации и обобщения информации для решения поставленных задач



4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость		1 ЗЕТ
Часов по учебному плану	: 36	Виды контроля в семестрах: зачеты 5
в том числе	:	
аудиторные занятия	: 16	
самостоятельная работа	: 19,8	
:	:	
контактная работа:	16,2	
ИКР:	0,2	

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	Раздел 1. Общие понятия и теоремы			
1.1	Линейные дифференциальные уравнения второго порядка /Пр/	5	1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3
1.2	Получение рекуррентных соотношений для решения уравнения Штурма-Лиувилля с ненулевым собственным значением /Пр/	5	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3
1.3	Гамма-функция Эйлера /Пр/	5	1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3
	Раздел 2. Функции Бесселя			
2.1	Рекуррентные соотношения для функции Бесселя /Пр/	5	1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3
2.2	Функция Бесселя с полуцелым индексом /Пр/	5	1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3
2.3	Асимптотическое поведение и явное выражение через степенные и тригонометрические ряды функций Бесселя с полуцелым индексом /Пр/	5	1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3
2.4	Функции Бесселя с полуцелым индексом, неограниченные в нуле /Пр/	5	1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3
2.5	Разложение в степенные ряды функций Бесселя с произвольным индексом /Пр/	5	1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3
2.6	Цилиндрические функции Неймана /Пр/	5	1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3
2.7	Другие цилиндрические функции /Пр/	5	1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3
2.8	Поведение цилиндрических функций в окрестности нуля /Пр/	5	1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3
2.9	Корни решений уравнения Бесселя /Пр/	5	1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3
2.10	Асимптотическое поведение функций Бесселя и Неймана /Пр/	5	1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3
2.11	Приведение дифференциальных уравнений второго порядка к уравнению Бесселя /Пр/	5	1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3
	Раздел 3. Другие аспекты уравнений Бесселя и цилиндрических функций			
3.1	Приведение дифференциальных уравнений старших порядков к уравнению Бесселя /Пр/	5	1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3
	Раздел 4. Самостоятельная работа			
4.1	Подготовка к зачету /Ср/	5	19,8	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3
	Раздел 5. Иная контактная работа			



5.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	5	0,2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3
-----	---	---	-----	----------------------

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

1. Устный опрос
2. Вопросы к зачету

6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Вопросы к устному опросу:

1. Общие понятия и теоремы
 - 1.1. Линейные дифференциальные уравнения второго порядка
 - 1.2. Получение рекуррентных соотношений для решения уравнения Штурма-Лиувилля с ненулевым собственным значением
 - 1.3. Гамма-функция Эйлера
2. Функции Бесселя
 - 2.1. Рекуррентные соотношения для функции Бесселя
 - 2.2. Функция Бесселя с полуцелым индексом
 - 2.3. Асимптотическое поведение и явное выражение через степенные и тригонометрические ряды функций Бесселя с полуцелым индексом
 - 2.4. Функции Бесселя с полуцелым индексом, неограниченные в нуле

6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Перечень вопросов к зачету:

1. Общие понятия и теоремы
 - 1.1. Линейные дифференциальные уравнения второго порядка
 - 1.2. Получение рекуррентных соотношений для решения уравнения Штурма-Лиувилля с ненулевым собственным значением
 - 1.3. Гамма-функция Эйлера
2. Функции Бесселя
 - 2.1. Рекуррентные соотношения для функции Бесселя
 - 2.2. Функция Бесселя с полуцелым индексом
 - 2.3. Асимптотическое поведение и явное выражение через степенные и тригонометрические ряды функций Бесселя с полуцелым индексом
 - 2.4. Функции Бесселя с полуцелым индексом, неограниченные в нуле
 - 2.5. Разложение в степенные ряды функций Бесселя с произвольным индексом
 - 2.6. Цилиндрические функции Неймана
 - 2.7. Другие цилиндрические функции
 - 2.8. Поведение цилиндрических функций в окрестности нуля
 - 2.9. Корни решений уравнения Бесселя
 - 2.10. Асимптотическое поведение функций Бесселя и Неймана
 - 2.11. Приведение дифференциальных уравнений второго порядка к уравнению Бесселя
3. Другие аспекты уравнений Бесселя и цилиндрических функций
 - 3.1. Приведение дифференциальных уравнений старших порядков к уравнению Бесселя

6.4. Критерии оценивания

Критерий выставления зачета:

Продолжительность зачета – 90 минут. Зачет представляет собой три теоретических вопроса из перечня вопросов к зачету, каждый вопрос оценивается в 3 балла. Баллы снижаются в зависимости от количества допущенных ошибок при ответе. Максимальное количество баллов за зачет – 9.

Оценка "Не зачтено" выставляется за 4 и менее баллов.

Оценка "Зачтено" выставляется если студент набрал 60 баллов и более.

5-6 баллов Зачтено (базовый уровень);

7-8 баллов Зачтено (средний уровень);

9 баллов Зачтено (высокий уровень).

Устный опрос представляет собой ответ на один из вопросов из списка. Вопрос оценивается максимум в 3 балла.

Баллы снижаются в зависимости от количества допущенных ошибок при ответе. Баллы за устный опрос могут быть засчитаны на зачете, как ответ на первый вопрос зачета.



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

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л1.1	Зайцев В. Ф., Полянин А. Д.	Дифференциальные уравнения с частными производными первого порядка: учебник для вузов (https://urait.ru/bcode/558842)	Москва : Юрайт, 2025	ЭБС

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.1	Розендорн Э. Р., Соболева Е. С., Фатеева Г. М., Розендорн Э. Р.	Уравнения с частными производными: учебник (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485339)	Москва : Физматлит, 2017	ЭБС

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка – URL: http://elibrary.ru/defaultx.asp
Э2	Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ) - официальный сайт http://www.rfbr.ru/rffi/ru
Э3	Научная электронная библиотека. Монографии, изданные в издательстве Российской Академии Естествознания полнотекстовый ресурс научных и учебных изданий PAE https://www.monographies.ru/

7.3 Перечень информационных технологий

7.3.1 Программное обеспечение

LMS Moodle
Adobe Reader
OpenOffice

7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Web of Science (https://apps.webofknowledge.com) Web of Science : мультидисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
2. Scopus (https://www.scopus.com) Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: http://www.scopus.com/ . – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей 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: проектором, экраном, магнитно-маркерной доской, маркером; с возможностью демонстрации электронных презентаций при уровне освещения, достаточном для работы с конспектом.

Для проведения занятий лекционного типа имеется демонстрационное оборудование: проектор, экран.

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)

При изучении данной дисциплины используются лекционные, практические занятия и самостоятельная работа студента.

На лекционных занятиях преподаватель излагает основное содержание тем программы. Проработку лекционного материала студенту желательно проводить как после каждого занятия, так и по завершению темы. Это позволит связать воедино полученные сведения и составить цельную картину.

На практических занятиях рассматриваются основные методы и приемы решения задач дискретной математики. Рекомендуется перед каждым практическим занятием выполнить домашнее задание, что позволит лучше усвоить предыдущий материал, и изучить лекционный материал по предстоящей теме. Студенту желательно проявлять



активное участие на практических и лекционных занятиях, задавать вопросы, поскольку умение обосновывать свою точку зрения, нахождение компромиссного решения в этически выдержанной дискуссии не только важно для лучшего усвоения материала, но и ценится в реальной жизни.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, форумы, электронная почта и др.).

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, мессенджеров, социальных сетей и т.п.

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 инвалидов и 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 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,



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

Рабочая программа дисциплины "Обыкновенные дифференциальные уравнения и специальные функции" по направлению подготовки (специальности) 02.03.01 "Математика и компьютерные науки" направленности (профилю) Математические и компьютерные методы в фундаментальных и прикладных исследованиях ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 8

процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

