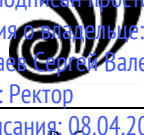


Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 08.04.2026 16:55:16 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b83232323	 МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	Рабочая программа дисциплины "Методы решения дробных дифференциальных уравнений" по направлению подготовки (специальности) 01.04.01 "Математика" направленности (профилю) Уравнения с дробными производными ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1
---	--	--	--------

Рабочая программа дисциплины (модуля)*
Методы решения дробных дифференциальных уравнений

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

Целью курса "Методы решения дифференциальных уравнений" является изучение основных методов, идей и подходов к анализу и решению различных типов дифференциальных уравнений, которые играют ключевую роль в моделировании широкого спектра явлений в естественных и технических науках.

Задачами изучения дисциплины являются:

- Изучение классификации дифференциальных уравнений (обыкновенные и в частных производных, линейные и нелинейные), основных понятий и определений (решение, интеграл, задача Коши, краевые задачи).
- Освоение основных аналитических методов решения дифференциальных уравнений, включая методы интегрирования, метод характеристик, метод Фробениуса, метод преобразования Лапласа и другие классические и современные подходы.
- Формирование у студентов понимания места и роли дифференциальных уравнений в современной математике, а также их связи с другими разделами математики и их применениями в различных областях науки и техники.
- Демонстрация того, как дифференциальные уравнения используются для моделирования и анализа различных явлений и процессов (механика, физика, биология, экономика и др.).
- Развитие умения строить математические модели, основанные на дифференциальных уравнениях, а также анализировать их свойства и особенности.
- Стимулирование способности ориентироваться в современных методах решения дифференциальных уравнений, а также развитие навыков применения этих методов для решения практических математических задач и использования численных методов.
- Содействие развитию математической культуры, позволяющей будущим специалистам самостоятельно осваивать новые математические методы и эффективно применять их для решения сложных и актуальных задач в различных предметных областях.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ПК-1.1 Демонстрирует знание основных теоретических положений и методов в области проводимых научных исследований

ПК-1.2. Демонстрирует умения сбора и анализа информации по тематике проводимых исследований

ПК-1.3. Имеет практический опыт установления новых фактов и закономерностей в области научных исследований

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.02

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Для успешного освоения дисциплины необходимы знания дисциплин «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Дифференциальные уравнения».

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

Знания по данной дисциплине могут быть полезны для научно-исследовательской работы студентов.

Дробное интегро-дифференциальное исчисление

Численные методы решения дробных дифференциальных уравнений

Обобщенные симметрии дифференциальных уравнений

Нелинейные уравнения в частных производных

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

ПК-1: Способен проводить научно-исследовательскую работу в области дифференциальных уравнений

Знать:

основные теоретические положения, классификации и методы решения дифференциальных уравнений (обыкновенных и в частных производных, линейных и нелинейных), включая как аналитические, так и численные подходы, в контексте проводимых научных исследований. Понимать взаимосвязь различных типов



Рабочая программа дисциплины "Методы решения дробных дифференциальных уравнений" по направлению подготовки (специальности) 01.04.01 "Математика" направленности (профилю) Уравнения с дробными производными ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 4

дифференциальных уравнений и их приложений в различных областях науки и техники. Осознавать современное состояние исследований и тенденции развития методов решения дифференциальных уравнений.

Уметь:

эффективно собирать, систематизировать и анализировать информацию из научных публикаций, монографий, статей и других источников по тематике методов решения дифференциальных уравнений. Способен критически оценивать полученную информацию, выявлять основные закономерности и перспективы для дальнейших исследований, а также проводить сравнение различных методов, подходов и результатов. Владеет современными методами поиска и обработки научной информации, и умеет применять современные инструменты

Владеть:

навыками проведения самостоятельных научных исследований в области методов решения дифференциальных уравнений, включая постановку исследовательских задач, разработку методов решения, проведение вычислительных экспериментов и интерпретацию полученных результатов. Имеет практический опыт установления новых фактов и закономерностей в этой области, и готовность представлять результаты своей исследовательской работы в виде научных публикаций и докладов. Умеет выбирать наиболее подходящий метод решения дифференциального уравнения для конкретной задачи, и может обосновать свой выбор. Обладает навыками работы с современными математическими программными пакетами, а также с инструментами численного моделирования.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	основные теоретические положения, классификации и методы решения дифференциальных уравнений (обыкновенных и в частных производных, линейных и нелинейных), включая как аналитические, так и численные подходы, в контексте проводимых научных исследований. Понимать взаимосвязь различных типов дифференциальных уравнений и их приложений в различных областях науки и техники. Осознавать современное состояние исследований и тенденции развития методов решения дифференциальных уравнений.
3.2	Уметь:
3.2.1	эффективно собирать, систематизировать и анализировать информацию из научных публикаций, монографий, статей и других источников по тематике методов решения дифференциальных уравнений. Способен критически оценивать полученную информацию, выявлять основные закономерности и перспективы для дальнейших исследований, а также проводить сравнение различных методов, подходов и результатов. Владеет современными методами поиска и обработки научной информации, и умеет применять современные инструменты
3.3	Владеть:
3.3.1	проведения самостоятельных научных исследований в области методов решения дифференциальных уравнений, включая постановку исследовательских задач, разработку методов решения, проведение вычислительных экспериментов и интерпретацию полученных результатов. Имеет практический опыт установления новых фактов и закономерностей в этой области, и готовность представлять результаты своей исследовательской работы в виде научных публикаций и докладов. Умеет выбирать наиболее подходящий метод решения дифференциального уравнения для конкретной задачи, и может обосновать свой выбор. Обладает навыками работы с современными математическими программными пакетами, а также с инструментами численного моделирования.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость		5 ЗЕТ
Часов по учебному плану	: 180	Виды контроля в семестрах: экзамены 2 зачеты 2
в том числе	:	
аудиторные занятия	: 86	
самостоятельная работа	: 45,5	
часов на контроль	: 45	
контактная работа:	89,5	
ИКР:	3,5	

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
-------------	---	----------------	-------	------------



Раздел 1. Основы дробного исчисления				
1.1	Пример применения дробного исчисления /Лек/	2	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
1.2	Интеграл и производная Римана - Лиувилля /Лек/	2	12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
1.3	Связь между интегралами Римана–Лиувилля и производными /Лек/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
1.4	Операторы Грюнвальда–Летникова /Лек/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
1.5	Решение уравнений с производными Римана - Лиувилля /Пр/	2	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
1.6	Подход Капуто. Определение и основные свойства /Пр/	2	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
1.7	Неклассические представления оператора Капуто /Лек/	2	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
1.8	Подход Капуто. Примеры /Пр/	2	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
1.9	Подход Капуто. Определение и основные свойства /Лек/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
1.10	Функции Миттаг-Леффлера /Лек/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
1.11	Функции Миттаг-Леффлера /Пр/	2	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
Раздел 2. Теория дифференциальных уравнений с дробными производными				
2.1	Результаты существования и уникальности для дробно-дифференциальных уравнений Римана–Лиувилля /Лек/	2	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
2.2	Результаты существования и уникальности для дробно-дифференциальных уравнений Римана–Лиувилля. Примеры /Пр/	2	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3



Рабочая программа дисциплины "Методы решения дробных дифференциальных уравнений" по направлению подготовки (специальности) 01.04.01 "Математика" направленности (профилю) Уравнения с дробными производными ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 6
2.3	Одночленные дробные дифференциальные уравнения Капуто: Основная теория и фундаментальные результаты /Лек/	2	14	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
2.4	Существование решений /Пр/	2	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
2.5	Уникальность решений /Пр/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
2.6	Выполнение домашних работ, подготовка к контрольным работам. Подготовка к зачету и экзамену. /Ср/	2	45,5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
Раздел 3. Иная контактная работа				
3.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	2	3,5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

1. Доклад
2. Вопросы к зачету
3. Вопросы к экзамену

6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Доклады:

1. Мотивировка использования дробных производных
2. Примеры приложений для дифференциальных уравнений с дробными производными
3. Интеграл Римана - Лиувилля
4. Производная Римана - Лиувилля
5. Связь производной и интеграла Римана - Лиувилля
6. Что такое дробная производная?
7. Основные виды дробных производных
8. Функция Миттаг - Леффлера
9. Функция Райта
10. Нахождение решения дифференциальных уравнений с дробной производной
11. Дробная производная Римана - Лиувилля
12. Задачи с граничными и начальными условиями
13. Прямые задачи
14. Обратные задачи

6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Вопросы для зачета:

1. Дифференцируемая функция
2. Фундаментальная теорема классического исчисления
3. Интеграл Римана
4. Бесконечно дифференцируемая функция
5. Гамма-функция Эйлера
6. Пространство Липшица
7. Пространство Гельдера
8. Пространство непрерывно дифференцируемых функций
9. Фундаментальная теорема пространства Лебега
10. Интеграл Римана - Лиувилля
11. Производная Римана - Лиувилля
12. Теорема о перестановке местами дробного интеграла и предела



13. Определение дробной производной Римана - Лиувилля
14. Формула Лейбница для дробной производной
15. Формула Лейбница для операторов Римана-Лиувилля
16. Функция Миттаг-Леффлера

Вопросы для экзамена:

1. Основные определения и теоремы классического исчисления
2. Примеры приложений для дифференциальных уравнений с дробными производными
3. Интеграл Римана - Лиувилля
4. Производная Римана - Лиувилля
5. Связь производной и интеграла Римана - Лиувилля
6. Что такое дробная производная?
7. Основные виды дробных производных
8. Функция Миттаг - Леффлера
9. Функция Райта
10. Нахождение решения дифференциальных уравнений с дробной производной
11. Дробная производная Римана - Лиувилля
12. Задачи с граничными и начальными условиями
13. Прямые задачи
14. Обратные задачи

6.4. Критерии оценивания

Критерий выставления зачета:

Продолжительность зачета – 90 минут. За каждое выполненное задание билета студент может получить от 1 до 3 баллов. Если задание выполнено правильно, то оно оценивается 3 баллами. Если задание выполнено с ошибками, то баллы снижаются в зависимости от количества допущенных ошибок. Если допущена одна ошибка, то задание оценивается 2 баллами, допущены две ошибки – 1 балл. Если допущено более двух ошибок в задании или студент не выполнил какое-либо задание из билета, то за него он получает 0 баллов. Максимальное количество баллов за зачет – 6.

При подведении итогов учитываются результаты текущей аттестации. Полученные за текущую аттестацию баллы суммируются с баллами, полученными за каждый этап при прохождении промежуточной аттестации:

Оценка "не зачтено" выставляется за 21 и менее баллов;

Оценка "зачтено" выставляется за 22 и более баллов:

22-26 баллов (уровень 1);

27-30 баллов (уровень 2);

31-36 баллов (уровень 3).

На экзамене выдается 2 вопроса из списка вопросов по темам практических занятий.

Продолжительность экзамена – 90 минут. За каждое выполненное задание билета студент может получить от 1 до 3 баллов. Если задание выполнено правильно, то оно оценивается 3 баллами. Если задание выполнено с ошибками, то баллы снижаются в зависимости от количества допущенных ошибок. Если допущена одна ошибка, то задание оценивается 2 баллами, допущены две ошибки – 1 балл. Если допущено более двух ошибок в задании или студент не выполнил какое-либо задание из билета, то за него он получает 0 баллов. Максимальное количество баллов за экзамен – 6.

При подведении итогов учитываются результаты текущей аттестации. Полученные за текущую аттестацию баллы суммируются с баллами, полученными за каждый этап при прохождении промежуточной аттестации:

Оценка "Не удовлетворительно" выставляется за 13 и менее баллов;

Оценка "Удовлетворительно" выставляется за 14-17 баллов (уровень 1);

Оценка "Хорошо" выставляется за 18-21 баллов (уровень 2);

Оценка "Отлично" выставляется за 22-26 баллов (уровень 3).

Описание показателей и критериев оценивания компетенций для доклада:

В семестре 2 доклада. На доклад отводится 15-20 минут в конце пары (каждую пару 1 доклад). Каждый студент готовит доклад по одной из предложенных тем. Максимальное количество баллов за доклады - 20.

Оценка "зачтено" выставляется за 12-20 баллов, "не зачтено" - менее 12 баллов.

Полнота доклада оценивается по следующим критериям:

1. Полнота изложения теоретического материала
2. Достаточное количество примеров к теоретическому материалу



3. Приведены примеры к определениям и теоремам
4. Приведены контрпримеры, демонстрирующие при каких условиях не применимы теоремы.

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

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
ЛП.1	Веретенников В. Н., Ржонсницкая Ю. Б.	Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=698040)	Москва : Директ-Медиа, 2023	ЭБС
ЛП.2	Воробьева И. А.	Дифференциальное исчисление: учебно-методическое пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=700386)	Липецк : Липецкий государственный педагогический университет им. П.П. Семенова-Тян-Шанского, 2022	ЭБС
ЛП.3	Кириллов К.А., Кириллова С.В., Кытманов А.А.	Функциональный анализ: учебное пособие (https://znanium.com/catalog/document?id=432928)	Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2022	ЭБС

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
ЛП.1	Нахушев А. М.	Дробное исчисление и его применение	Москва : Физматлит, 2003	
ЛП.2	Литвин Д.Б.	Дифференциальное исчисление функций: учебное пособие (https://znanium.com/catalog/document?id=314660)	Ставрополь : Издательство "Сервисшкола", 2017	ЭБС
ЛП.3	Глазырина П. Ю., Дейкалова М. В., Коркина Л. Ф.	Функциональный анализ: типовые задачи: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=689057)	Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2016	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 РАЕ https://www.monographies.ru/

7.3 Перечень информационных технологий

7.3.1 Программное обеспечение

LMS Moodle

Adobe Reader

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. SpringerLink Международная реферативная база данных научных изданий (<https://www.springer.com>)

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)



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

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения: доска, парты, мультимедийное и аудиооборудование.

Для семинарских занятий используются аудитории оснащенные обычной доской, партами, переносным мультимедийным и аудиооборудованием (в случае необходимости).

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 лекции, семинарские (практические) занятия и самостоятельная работа студента. На практических занятиях излагается основное содержание тем программы, рассматриваются основные методы и подходы.

Для наиболее эффективного изучения дисциплины обучающемуся рекомендуется:

- посещать занятия, кратко и вдумчиво конспектировать материал, с указанием даты проведения занятия и темы;
- самостоятельно прорабатывать материал как после каждого занятия, так и по завершению темы, что позволяет связать воедино полученные сведения и составить цельную картину.

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



WORKING PROGRAM OF THE COURSE (MODULE)*

Methods for Solving Fractional Differential Equations

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 "Methods for Solving Fractional Differential Equations" is to study the basic methods, ideas and approaches to the analysis and solution of various types of differential equations, which play a key role in modeling a wide range of phenomena in natural and technical sciences.

The goals of the course include:

- The study of the classification of differential equations (ordinary and partial derivatives, linear and nonlinear), basic concepts and definitions (solution, integral, Cauchy problem, boundary value problems).
- Mastering basic analytical Methods for Solving Fractional Differential Equations, including integration methods, the method of characteristics, the Frobenius method, the Laplace transform method and other classical and modern approaches.
- Formation of students' understanding of the place and role of differential equations in modern mathematics, as well as their relationship with other branches of mathematics and their applications in various fields of science and technology.
- Demonstration of how differential equations are used to model and analyze various phenomena and processes (mechanics, physics, biology, economics, etc.).
- Developing the ability to build mathematical models based on differential equations, as well as analyze their properties and features.
- Stimulating the ability to navigate modern methods of solving differential equations, as well as developing skills in applying these methods to solve practical mathematical problems and using numerical methods.
- To promote the development of a mathematical culture that allows future specialists to independently master new mathematical methods and effectively apply them to solve complex and urgent problems in various subject areas.

The results of training in the course are aimed at achieving the following indicators:

PC-1.1 Demonstrates knowledge of the basic theoretical principles and methods in the field of scientific research

PC-1.2. Demonstrates the ability to collect and analyze information on the subject of ongoing research

PC-1.3. Has practical experience in establishing new facts and patterns in the field of scientific research

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

Cycle (section) curriculum: P1.E.02

2.1 Requirements for the student's pre-training:

To successfully master the course, knowledge of the courses "Mathematical Analysis", "Linear Algebra", "Differential equations".

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

Knowledge of this discipline can be useful for students' research work.

Fractional Integro-Differential Calculus

Numerical Methods for Solving Fractional Differential Equations

Generalised Symmetries of Differential Equations

Nonlinear Partial Differential Equations

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

PC-1: Able to carry out research work in the field of differential equations

Know:

the main theoretical principles, classifications and Methods for Solving Fractional Differential Equations (ordinary and partial differential, linear and nonlinear), including both analytical and numerical approaches, in the context of ongoing scientific research.



Work program of the course (module) “Methods for Solving Fractional Differential Equations” in the scientific specialty 01.04.01 “Mathematics” direction “Fractional Differential Equations” FSBEI HE “CSU”

pp. 4

Understand the interrelationship of different types of differential equations and their applications in various fields of science and technology. Be aware of the current state of research and trends in the development of Methods for Solving Fractional Differential

Be able to:

effectively collect, systematize, and analyze information from scientific publications, monographs, articles, and other sources on Methods for Solving Fractional Differential Equations. He is able to critically evaluate the information received, identify the main patterns and prospects for further research, as well as compare various methods, approaches and results. He is proficient in modern methods of searching and processing scientific information, and knows how to use modern tools.

Possess:

the skills of conducting independent scientific research in the field of Methods for Solving Fractional Differential Equations, including setting research problems, developing solution methods, conducting computational experiments and interpreting the results obtained. He has practical experience in establishing new facts and patterns in this field, and is ready to present the results of his research work in the form of scientific publications and reports. He knows how to choose the most appropriate method for solving a differential equation for a specific problem, and can justify his choice. He has the skills to work with modern mathematical software packages, as well as with numerical modeling tools.

As a result of mastering the course, the student must

3.1 Know:	
3.1.1	the main theoretical principles, classifications and Methods for Solving Fractional Differential Equations (ordinary and partial differential, linear and nonlinear), including both analytical and numerical approaches, in the context of ongoing scientific research. Understand the interrelationship of different types of differential equations and their applications in various fields of science and technology. Be aware of the current state of research and trends in the development of Methods for Solving Fractional Differential Equations.
3.2 Be able to:	
3.2.1	effectively collect, systematize, and analyze information from scientific publications, monographs, articles, and other sources on Methods for Solving Fractional Differential Equations. He is able to critically evaluate the information received, identify the main patterns and prospects for further research, as well as compare various methods, approaches and results. He is proficient in modern methods of searching and processing scientific information, and knows how to use modern tools.
3.3 Possess:	
3.3.1	the skills of conducting independent scientific research in the field of Methods for Solving Fractional Differential Equations, including setting research problems, developing solution methods, conducting computational experiments and interpreting the results obtained. He has practical experience in establishing new facts and patterns in this field, and is ready to present the results of his research work in the form of scientific publications and reports. He knows how to choose the most appropriate method for solving a differential equation for a specific problem, and can justify his choice. He has the skills to work with modern mathematical software packages, as well as with numerical modeling tools.

4. SCOPE OF THE COURSE (MODULE)

Overall labor intensity	5 Credits
Curriculum hours: 180 including : classroom training: 86 independent work: 45,5 hours for monitoring : 45 contact work : 89,5 OCW: 3,5	Types of control in semesters: Exams 2 Credits 2

5. STRUCTURE AND CONTENT OF THE COURSE (MODULE)

Class code	Name of sections and topics /type of lesson/	Semester / Course	Hours	Literature
------------	--	-------------------	-------	------------



Section 1. The basics of fractional calculus				
1.1	An example of using fractional calculus /Lec/	2	6	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L2.1 L2.2 L2.3 W1 W2 W3
1.2	Riemann-Liouville integral and derivative /Lec/	2	12	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L2.1 L2.2 L2.3 W1 W2 W3
1.3	The relationship between Riemann–Liouville integrals and derivatives /Lec/	2	2	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L2.1 L2.2 L2.3 W1 W2 W3
1.4	Grunwald–Letnikov Operators /Lec/	2	2	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L2.1 L2.2 L2.3 W1 W2 W3
1.5	Solving Riemann-Liouville differential equations /Pr/	2	6	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L2.1 L2.2 L2.3 W1 W2 W3
1.6	The Caputo approach. Definition and basic properties /Pr/	2	4	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L2.1 L2.2 L2.3 W1 W2 W3
1.7	Non-classical representations of the Caputo operator /Lec/	2	4	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L2.1 L2.2 L2.3 W1 W2 W3
1.8	The Caputo approach. Examples /Pr/	2	8	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L2.1 L2.2 L2.3 W1 W2 W3
1.9	The Caputo approach. Definition and basic properties /Lec/	2	2	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L2.1 L2.2 L2.3 W1 W2 W3
1.10	Mittag-Leffler functions /Lec/	2	2	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L2.1 L2.2 L2.3 W1 W2 W3
1.11	Mittag-Leffler Functions /Pr/	2	4	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L2.1 L2.2 L2.3 W1 W2 W3
Section 2. Theory of differential equations with fractional derivatives				
2.1	Existence and uniqueness results for fractional differential Riemann-Liouville equations /Lec/	2	8	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L2.1 L2.2 L2.3 W1 W2 W3
2.2	Existence and uniqueness results for fractional differential Riemann–Liouville equations. Examples /Pr/	2	6	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L2.1 L2.2 L2.3 W1 W2 W3



Work program of the course (module) "Methods for Solving Fractional Differential Equations" in the scientific specialty 01.04.01 "Mathematics" direction "Fractional Differential Equations" FSBEI HE "CSU"

pp. 6

2.3	Single-term fractional Caputo differential equations: Basic Theory and fundamental results /Lec/	2	14	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L2.1 L2.2 L2.3 W1 W2 W3
2.4	The existence of solutions /Pr/	2	4	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L2.1 L2.2 L2.3 W1 W2 W3
2.5	Uniqueness of solutions / Pr/	2	2	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L2.1 L2.2 L2.3 W1 W2 W3
2.6	Doing homework, preparing for exams. Preparation for the test and exam. /IndW/	2	45,5	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L2.1 L2.2 L2.3 W1 W2 W3
Section 3. Other contact work				
3.1	Individual consultations, ongoing monitoring /OCW/	2	3,5	L1.1 L1.2 L1.3 L1.4 L2.1 L2.2 L2.3 W1 W2 W3

6. FUND OF ASSESSMENT MEANS

6.1. List of types of assessment tools

1. Report
2. Questions for credit
3. Questions for exam

6.2. Typical control tasks and other materials for current certification

Reports:

1. Motivation for using fractional derivatives
2. Examples of applications for differential equations with fractional derivatives
3. The Riemann-Liouville integral
4. The Riemann-Liouville derivative
5. The relation of the derivative and the Riemann-Liouville integral
6. What is a fractional derivative?
7. The main types of fractional derivatives
8. The Mittag-Leffler function
9. The Wright function
10. Finding solutions to fractional differential equations
11. The fractional Riemann-Liouville derivative
12. Problems with boundary and initial conditions
13. Direct tasks
14. Inverse problems

6.3. Typical control questions and assignments for interim certification

Questions for the credit:

1. Differentiable function
2. The fundamental theorem of classical calculus
3. The Riemann integral
4. Infinitely differentiable function
5. Euler's gamma function
6. Lipschitz Space
7. The Helder space
8. The space of continuously differentiable functions
9. The fundamental theorem of the Lebesgue space
10. The Riemann-Liouville integral
11. The Riemann-Liouville derivative
12. The theorem on the rearrangement of the fractional integral and the limit



13. Definition of the Riemann-Liouville fractional derivative
14. Leibniz's formula for the fractional derivative
15. Leibniz formula for Riemann–Liouville operators
16. The Mittag-Leffler function

Exam Questions:

1. Basic definitions and theorems of classical calculus
2. Examples of applications for differential equations with fractional derivatives
3. The Riemann-Liouville integral
4. The Riemann-Liouville derivative
5. The relation of the derivative and the Riemann-Liouville integral
6. What is a fractional derivative?
7. The main types of fractional derivatives
8. The Mittag-Leffler function
9. The Wright function
10. Finding solutions to fractional differential equations
11. The fractional Riemann-Liouville derivative
12. Problems with boundary and initial conditions
13. Direct tasks
14. Inverse problems

6.4. Evaluation criteria

Scoring criterion:

The duration of the credit is 90 minutes. The student can receive from 1 to 3 points for each completed task of the ticket. If the task is performed correctly, it is evaluated with 3 points. If the task is performed with mistakes, the points are reduced depending on the number of mistakes made. If one mistake is made, the building is evaluated with 2 points, if two mistakes are made, the building is evaluated with 1 point. If more than two mistakes are made in a task or the student has not completed any task from the ticket, he/she receives 0 points for it. The maximum number of points for credit is 6.

When summarizing the results, the results of current attestation are taken into account. The points received for the current certification are summarized with the points received for each stage during the intermediate certification:

A grade of “credited” is awarded for 19 or fewer points;

A grade of “not credited” is awarded for 20 or more points:

20-26 points (level 1);

27-30 points (level 2);

31-36 points (level 3).

On the exam, 2 questions are given from the list of questions on the topics of practical exercises.

The exam duration is 90 minutes. For each completed ticket assignment, a student can receive from 1 to 3 points. If the task is completed correctly, it is rated with 3 points. If the task is completed with errors, the points decrease depending on the number of mistakes made. If one mistake is made, the building is rated with 2 points, and two mistakes are made with 1 point. If more than two mistakes are made in the assignment or the student has not completed any task from the ticket, then he receives 0 points for it. The maximum number of points per exam is 6.

The results of the current assessment are taken into account when summarizing the results. The points received for the current certification are summed up with the points received for each stage during the intermediate certification.:

The rating "unsatisfactory" is given for 13 or less points.;

The "Satisfactory" rating is given for 14-17 points (level 1);

The "Good" rating is given for 18-21 points (level 2);

An Excellent score is given for 22-26 points (level 3).

Description of indicators and criteria for assessing competencies for the report:

There are 2 reports per semester. The report is given 15-20 minutes at the end of the pair (1 report for each pair). Each student prepares a report on one of the proposed topics. The maximum number of points for reports is 20.

The score "credited" is given for 12-20 points, "not credited" - less than 12 points.

The completeness of the report is assessed according to the following criteria:

1. Completeness of the presentation of the theoretical material
2. A sufficient number of examples for the theoretical material
3. Examples of definitions and theorems are given.
4. Counterexamples are given to demonstrate under what conditions the theorems are not applicable.



7. EDUCATIONAL, METHODOLOGICAL AND INFORMATIONAL SUPPORT OF THE COURSE

7.1. Recommended literature

7.1.1. Basic literature

	Authors, compilers	Title	Publisher, year	Resource
L1.1	Veretennikov V. N., Rzhonsnitskaya Yu. B.	Differential calculus of functions of several variables: a textbook (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=698040)	Moscow : Direct- Media, 2023	ELS
L1.2	Vorobyova I. A.	Differential calculus: a teaching aid (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=700386)	Lipetsk : Lipetsk State Pedagogical University named after P.P. Semenov-Tyan-Shansky, 2022	ELS
L1.3	Kirillov K.A., Kirillova S.V., Kytmanov A.A.	Functional Analysis: a textbook (https://znanium.com/catalog/document?id=432928)	Krasnoyarsk : Siberian Federal University, 2022	ELS
L1.4	Shipachev V. S.	Differential and integral calculus: a textbook and a practical course for SPE (https://urait.ru/bcode/538772)	Moscow : Yurait, 2024	ELS

7.1.2. Further reading

	Authors, compilers	Title	Publisher, year	Resource
L2.1	Nakhushev A.M.	Fractional calculus and application	Moscow : Fizmatlit, 2003	
L2.2	Litvin D.B.	Differential calculus of functions: a textbook (https://znanium.com/catalog/document?id=314660)	Stavropol : Publishing House "Serviceshool", 2017	ELS
L2.3	Glazyrina P. Yu., Deikalova M. V., Korkina L. F.	Functional analysis: typical tasks: a textbook (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=689057)	Yekaterinburg : Ural University Publishing House, 2016	ELS

7.2. List of resources of the information and telecommunication network "Internet"

W1	eLIBRARY.RU [Electronic resource] : electronic library / Scientific Electronic Library - URL: http://elibrary.ru/defaultx.asp
W2	Russian Foundation for Basic Research (RFBR) - official website http://www.rfbr.ru/rffi/ru
W3	Scientific electronic library. Monographs published in the publishing house of the Russian Academy of Natural Sciences full-text resource of scientific and educational publications RAE https://www.monographies.ru/

7.3 List of information technologies

7.3.1 Software

LMS Moodle

Adobe Reader

7.3.2 Professional databases and reference systems

1. Web of Science (<https://apps.webofknowledge.com>) Web of Science : multidisciplinary abstract database / Thomson Reuters Company. - Access mode: for registered users of CSU. - Text : electronic.



2. SpringerLink International Abstract Database of Scientific Publications (<https://www.springer.com>)

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

For the realization of the course are used classrooms for seminars, group and individual consultations, current control and interim certification, as well as rooms for independent work.

The classrooms are equipped with specialized furniture and technical means of education: blackboard, desks, multimedia and audio equipment.

For seminars, classrooms equipped with a blackboard, desks, portable multimedia and audio equipment (if necessary) are used.

The rooms for independent work of students are equipped with computer equipment with Internet connection and access to the electronic information and educational environment of the University.

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

When studying this discipline, lectures, seminars (practical) classes and independent work of the student are used. In practical classes, the main content of the program topics is presented, the main methods and approaches are considered.

For the most effective study of the discipline, the student is recommended:

- attend classes, briefly and thoughtfully take notes of the material, indicating the date of the lesson and the topic;
- independently work through the material both after each lesson and at the end of the topic, which allows you to link together the information you have received and create a complete picture.

If e-learning and distance learning technologies are used in teaching, students and teachers communicate in real time (online lectures (webinars), chats, video conferences, etc.) or in deferred time (Moodle distance learning system, forums, e-mail, etc.).

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, social networks, etc.

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 ChelSU" 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 "ChelSU". 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 mastering of the course by disabled persons and persons with disabilities is carried out with the use of special technical means and holo-information technologies provided by the Resource Educational and Methodological Center for Education of Disabled Persons and Persons with Disabilities of CSU at the request of the student.

1. Mobile special technical means for persons with visual impairments: portable computer with Braille input/output with speech synthesizer "ElBraille-W14J G2"; laptops with NVDA screen access software; electronic magnifiers for remote viewing; portable video magnifiers; tiflo player; digital dictaphones.



2. Mobile special technical means for persons with hearing impairments: free sound field system with built-in compatibility with FM devices; radio class “Sonet-RSM” with transmitter, behind-the-ear inductor and induction loop; information system for the hearing impaired portable “Istok” A2 with built-in player - sound informer; document camera; programmable hearing aids for individual use.

3. assistive information technologies: screen access software with speech synthesis NVDA; screen magnification programs; speech synthesis programs for computers and laptops; speech synthesis programs for mobile devices; on-screen keyboard; screen magnifier. If necessary, special software (NVDA speech navigation program, speech synthesizers, screen magnifiers) is installed at workplaces for practical or laboratory classes for students with visual impairments.

Unimpeded access to classrooms is provided for students with disabilities and students with disabilities. In each classroom, where students with disabilities and persons with disabilities, provides an appropriate number of seats for students, taking into account their health problems.

To master the course, disabled people and persons with disabilities are provided with access to printed sources available in the CSU scientific library, with the help of special technical means; access to electronic sources, presented in the form of electronic documents in the collection of the CSU scientific library or electronic library systems, with the help of special hardware and software (workstation for blind users with screen access software with speech synthesis NVDA, workstation with computerized

Educational and methodical materials for students with disabilities and persons with disabilities are provided in forms adapted to the limitations of their health and perception of information:

For persons with visual impairments:

- in printed form in enlarged font,
- in the form of an electronic document,
- in the form of an audio file,
- in printed form in Braille.

For persons with hearing impairments:

- in printed form,
- in the form of an electronic document.

For persons with mobility impairments:

- In printed form,
- in the form of an electronic document,
- in the form of an audio file.

This list can be specified depending on the contingent of students.

For persons with disabilities and persons with disabilities mastering the course can be partially or fully implemented using distance education technologies (Moodle, Adobe Connect Pro, etc.).

In the mastering of the course by disabled people and persons with disabilities is used individual work. Individual work means two forms of interaction with the teacher: individual training work (consultations), i.e. additional explanation of the educational material and in-depth study of the material with those students who are interested in it, and individual educational work. Individual consultations are aimed at individualizing learning and establishing educational contact between the teacher and a disabled student or a student with disabilities.

When conducting the procedure for assessing the learning outcomes of disabled people and persons with disabilities in the course provides the following additional requirements depending on the individual characteristics of students:

- a) instruction on the order of the assessment procedure is provided in an accessible form (orally, in written form, in written form in Braille, orally with the use of sign language interpreter);
- b) accessible form of providing assessment tasks (in printed form, in printed form in enlarged font, in printed form in Braille, in the form of an electronic document, tasks are read out by an assistant, tasks are provided with the use of sign language interpreter);
- c) an accessible form of providing answers to tasks (in writing on paper, typing answers on a computer, in writing in Braille, using the services of an assistant, orally).

When conducting the procedure for evaluating the learning outcomes of persons with disabilities and persons with disabilities, the use of technical means necessary for them due to their individual characteristics is envisaged. These means may be provided by CSU or the university's own technical means may be used. If necessary, persons with disabilities and persons with disabilities are given additional time to prepare an answer to the tasks, the procedure of assessment of learning outcomes in the course can be conducted in several stages.

The procedure of assessment of learning outcomes for persons with disabilities and persons with disabilities is allowed using distance learning technologies.

