

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1156281	Интегралы и производные дробного порядка

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Математика	Код ОП 1. 01.03.01/33.01
Направление подготовки 1. Математика	Код направления и уровня подготовки 1. 01.03.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Пьянзина Елена Сергеевна	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	Кафедра теоретической и математической физики

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Интегралы и производные дробного порядка

1.1. Аннотация содержания модуля

Теория дифференциальных уравнений с производными дробного порядка представляет собой современный, интенсивно развивающийся раздел математики. К настоящему времени такие уравнения проявили себя как полезный и удобный в использовании аппарат для математического моделирования ряда сложных процессов и явлений в различных областях знаний. Данный курс нацелен на изучение основ дробного интегро дифференциального исчисления с дальнейшим приложением к исследованию дифференциальных уравнений дробного порядка и численных методов их решения. Основной теоретический материал курса иллюстрируется содержательными примерами. Для освоения дисциплины необходимы базовые знания математического и функционального анализа, теории функций действительной переменной, теории дифференциальных уравнений и численных методов их решения

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Интегралы и производные дробного порядка	3
ИТОГО по модулю:		3

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Прикладная математика 2. Дифференциальные уравнения и их приложения 3. Анализ функций одного и нескольких переменных 4. Теория функций
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3

<p>Интегралы и производные дробного порядка</p>	<p>ПК-1 - Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий</p>	<p>З-1 - Привести примеры математических теорем, естественнонаучных законов, базовых понятий программирования и информационных технологий</p> <p>У-1 - Обобщить полученные базовые математические знания, определить оптимальные методы программирования для решения профессиональных задач</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт сбора информации в математических и естественных науках, основах программирования и информационных технологий</p>
---	--	--

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Интегралы и производные дробного
порядка

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Гомоюнов Михаил Игоревич	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	вычислительной математики и компьютерных наук

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 2 от 13.04.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Гомоюнов Михаил Игоревич, Доцент, вычислительной математики и компьютерных наук

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
КР/Т -1	Введение и основные определения	Очерк по истории развития дробного интегро-дифференциального исчисления. Мотивирующие примеры. Задача о таутохроне, уравнение Абеля и его решение. Определение дробных интеграла Римана – Лиувилля, производных Римана – Лиувилля, Капуто и Грюнвальда – Летникова на отрезке. Краткий обзор современных направлений исследований в области дробного интегро-дифференциального исчисления.
КР/Т -2	Свойства оператора дробного интегрирования	Действие оператора дробного интегрирования Римана – Лиувилля порядка α в различных функциональных пространствах: пространства L_p при различных значениях p , пространства Гельдера H_λ при различных значениях λ , пространства L_p и H_λ со степенным весом. Линейность оператора дробного интегрирования. Полугрупповое свойство операторов дробного интегрирования. Монотонность дробного интеграла. Переход к пределу под знаком дробного интеграла. Функции, представимые в виде дробного интеграла от функций из L_p , и их свойства. Достаточные условия и критерии такой представимости. Дробные интегралы от некоторых элементарных функций.
КР/Т-3	Свойства оператора дробного дифференцирования	Линейность оператора дробного дифференцирования. Формулы композиции операторов дробного интегрирования и дифференцирования. Формула для дробной производной липшицевой функции. Формула интегрирования по частям.

		Дробная производная произведения двух функций. Дробная производная суперпозиции двух функций. Связь дробных производных Римана – Лиувилля и Капуто. Разности дробного порядка и их свойства. Связь дробных производных Римана – Лиувилля и Грюнвальда – Летникова. Дробные производные некоторых элементарных функций. Функция Миттаг-Леффлера и ее свойства.
КР/Т-4	Дифференциальные уравнения с дробными производными	Задача Коши для обыкновенного дифференциального уравнения с дробной производной Капуто. Связь с функционально-дифференциальными системами нейтрального типа. Эквивалентное интегральное уравнение. Лемма Беллмана – Гронуолла для интегралов дробного порядка. Теорема Лере – Шаудера о неподвижной точке. Теорема существования, единственности и продолжимости решений задачи Коши. Непрерывная зависимость решения задачи Коши по начальным данным. Примеры. Линейные однородные и неоднородные дифференциальные уравнения дробного порядка. Матрица Коши (фундаментальная матрица решений). Формула Коши. Линейные однородные дифференциальные уравнения дробного порядка с постоянными коэффициентами. Примеры. Обзор численных методов решения дифференциальных уравнений с дробными производными. Метод Эйлера, доказательство его сходимости. Примеры. Некоторые вопросы качественного поведения решений дифференциальных уравнений с дробными производными.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-1 - Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий	З-1 - Привести примеры математических теорем, естественнонаучных законов, базовых понятий программирования и информационных технологий

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Интегралы и производные дробного порядка

Электронные ресурсы (издания)

1. Трикоми, Ф. Д., Мышкис, А. Д.; Дифференциальные уравнения; Изд-во иностр. лит., Москва; 1962; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=213718> (Электронное издание)
2. Трикоми, Ф. Д., Боярский, Б. В., Данилюк, И. И., Векуа, И. Н.; Интегральные уравнения; Изд-во иностр. лит., Москва; 1960; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=213719> (Электронное издание)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Diethelm, K. The analysis of fractional differential equations. Berlin: Springer, 2010. 247 p. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-642-14574-2.pdf>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- <http://www.edu.ru/> - Федеральный портал. Российское образование.
- <http://study.urfu.ru> –портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ
- <http://lib.urfu.ru> - Зональная научная библиотека ФГАОУ ВО УрФУ
- <http://lib.urfu.ru/mod/resource/view.php?id=2320> - Списки рекомендованной литературы от ЗНБ
- <http://biblioclub.ru> - портал-библиотека электронных книг
- <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=81> - заказ литературы из электронного каталога

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Интегралы и производные дробного порядка

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Свободное ПО: Mozilla Firefox

		<p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
2	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Свободное ПО: Mozilla Firefox
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Свободное ПО: Mozilla Firefox</p>