

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3. «Дифференциальные уравнения и математическая физика» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 1 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

И.В. Бычков

[Handwritten signature]
06

2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)*

2.1.1.3 «Дифференциальные уравнения и математическая физика»

Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика

Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика

Высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения

очная

Челябинск, 2023

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

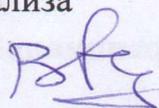
© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3. «Дифференциальные уравнения и математическая физика» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 2 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Программа по дисциплине «Дифференциальные уравнения и математическая физика» составлена в соответствии с паспортом научной специальности 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика и федеральными государственными требованиями (уровень образования: высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации), утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 года № 951.

Разработчики программы:

Профессор кафедры математического анализа
 доктор физико-математических наук,
 профессор



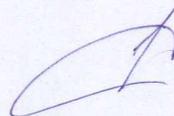
В.Е. Федоров

Программа одобрена на заседании кафедры математического анализа от 07 апреля 2023 г., протокол № 9.

Программа утверждена на заседании Ученого совета математического факультета от 25 мая 2023 г., протокол № 9.

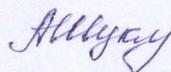
Согласовано

Декан математического факультета



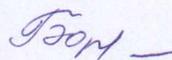
Е.А. Сбродова

И.о. заведующий кафедрой
 математического анализа



А.Ф. Шуклина

Заведующий отделом аспирантуры
 и докторантуры



Н. В. Бочкарева

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3. «Дифференциальные уравнения и математическая физика» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 3 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Аннотация программы: Дисциплина «Дифференциальные уравнения и математическая физика» относится к программам по подготовке к кандидатским экзаменам. Программа включает в себя несколько разделов дополнительных глав анализа: обыкновенные дифференциальные уравнения; уравнения в частных производных. Учебный процесс подразумевает изучение теоретического материала и решение модельных задач.

1. Цели и задачи освоения дисциплины.

Цели дисциплины: изучение обыкновенных дифференциальных уравнений; уравнений в частных производных.

Задачи дисциплины:

В результате обучения обучающийся должен:

- знать: основные результаты теории дифференциальных уравнений, в том числе касающиеся динамических систем и задач оптимального управления;
- уметь: интегрировать дифференциальные уравнения основных классов, находить решения начальных и краевых задач для них, решать задачи оптимального управления системами, описываемыми дифференциальными уравнениями;
- владеть: основными понятиями и навыками теории дифференциальных уравнений и динамических систем, теории оптимального управления.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Дифференциальные уравнения и математическая физика» является обязательной. Преподавание дисциплины осуществляется на втором курсе (4 семестр). Общая трудоемкость дисциплины, в том числе и промежуточная аттестация, составляет 3 зачетных единиц/108 часов, из них контактная работа с преподавателем составляет - 0,33 зачетных единиц/12 часов (практические – 12 часов), самостоятельная работа – 2,45 зачетных единиц/88 часов, контроль – 0,22 зачетная единица/8 часов.

Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать базовой математической подготовкой, навыками решения стандартных задач и владеть основными понятиями математического, комплексного и функционального анализа, алгебры и геометрии, теории обыкновенных дифференциальных уравнений, уравнений математической физики и вариационного исчисления в рамках университетского курса для студентов-математиков.

Дисциплина «Дифференциальные уравнения и математическая физика»

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3. «Дифференциальные уравнения и математическая физика» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 4 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

призвана помочь аспирантам овладеть навыками и знаниями, необходимыми для выполнения научно-исследовательской работы, включая выполнение кандидатской диссертации, а также подготовиться к сдаче кандидатского минимума по соответствующей специальности.

Требования к «входным» знаниям, умениям и опыту деятельности обучающегося, необходимые при изучении дисциплины

Знать	Уметь	Владеть
Основные методы научно-исследовательской деятельности	Выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач	Навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования
фундаментальные основы дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления	применять методы математического анализа, дифференциальных уравнений и динамических систем при решении задач высшей математики	навыками решения задач, связанных с дифференциальными уравнениями

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Результаты обучения по дисциплине	
знать	современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности
	основные понятия, результаты и методы современных дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления
	постановки классических задач дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления
уметь	выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3. «Дифференциальные уравнения и математическая физика» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 5 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

	решать задачи, связанные с дифференциальными уравнениями, современными методами динамических систем и оптимального управления
	разрабатывать и применять методы современных дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления для решения задач
владеть	навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований
	навыками планирования научного исследования, анализа полученных результатов и формулировки выводов
	навыками постановки задач, связанных с дифференциальными уравнениями

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Вид работы	Семестр				Всего
	1	2	3	4	
Общая трудоёмкость, акад. часов	-	-	-	108	108
Контактная работа:	-	-	-	12	12
Лекции, акад. часов	-	-	-	-	
Практические (семинары), акад. часов	-	-	-	12	12
Лабораторные работы, акад. часов	-	-	-	-	
Самостоятельная работа, акад. часов	-	-	-	88	88
Контроль	-	-	-	8	8
Вид контроля (зачёт, экзамен)	-	-	-	канд. экзамен	

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3. «Дифференциальные уравнения и математическая физика» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 6 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

4.2. Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Количество часов					Форма текущего контроля	
		Всего	Контактная работа			Самостоятельная работа		
			Лекции	Практические, семинары	Лаб. работы			Контроль
1	Обыкновенные дифференциальные уравнения	50	-	6	-	-	44	Доклад
2	Уравнения в частных производных	50	-	6	-	-	44	Реферат
	Контроль	8	-	-	-	8		Канд. экзамен
	Итого:	108		12		8	88	

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела*
1	Обыкновенные дифференциальные уравнения	<ol style="list-style-type: none"> Теорема существования и единственности решения задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Гладкость решения задачи Коши по начальным данным и параметрам, входящим в правые части системы уравнений. Продолжение решения. Общая теория линейных уравнений и систем (область существования решения, фундаментальная матрица Коши, формула Лиувилля-Остроградского, метод вариации постоянных и др.). Автономные системы уравнений. Положения равновесия. Предельные циклы. Устойчивость по Ляпунову. Теорема Ляпунова об устойчивости положения равновесия по первому приближению. Задачи оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина (без доказательства), приложение к задачам быстрогодействия для линейных систем. Дифференциальные игры. Уравнение Р. Айзекса.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3. «Дифференциальные уравнения и математическая физика» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 7 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

		<ol style="list-style-type: none"> 8. Стабильные мосты и экстремальные стратегии. 9. Краевая задача для линейного уравнения или системы уравнений. Функция Грина. Представление решения краевой задачи. 10. Задача Штурма - Лиувилля для уравнения второго порядка. Свойства собственных функций. 11. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений с комплексными аргументами. Доказательство теоремы существования и единственности аналитического решения методом мажорант. 12. Дифференциальные уравнения с разрывной правой частью. Теорема существования и единственности решения при условиях Каратеодори. 13. Линейные и квазилинейные уравнения с частными производными первого порядка. Характеристики. Задача Коши. Теория Гамильтона – Якоби.
2	Уравнения в частных производных	<ol style="list-style-type: none"> 1. Системы уравнений с частными производными типа Ковалевской. Аналитические решения. Теория Коши - Ковалевской. 2. Классификация линейных уравнений второго порядка на плоскости. Характеристики. 3. Задача Коши и начально-краевые задачи для волнового уравнения и методы их решения. Свойства решений (характеристический конус, конечность скорости распространения волн, характер переднего и заднего фронтов волны и др.). 4. Задачи Дирихле и Неймана для уравнения Пуассона и методы их решения. Свойства решений (принцип максимума, гладкость, теоремы о среднем и др.) 5. Задача Коши и начально-краевые задачи для уравнения теплопроводности и методы их решения. Свойства решений (принцип максимума, бесконечная скорость распространения, функция источника и др.) 6. Обобщенные функции. Свертка обобщенных функций, преобразование Фурье. 7. Пространства Соболева W_p^m. Теоремы вложения, следы функций из W_p^m на границе области.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3. «Дифференциальные уравнения и математическая физика» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 8 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

		8. Обобщенные решения краевых задач для эллиптического уравнения второго порядка. Задачи на собственные функции и собственные значения. 9. Псевдодифференциальные операторы (определение, основные свойства). 10. Нелинейные гиперболические уравнения. Основные свойства. 11. Монотонные нелинейные эллиптические уравнения. Основные свойства. 12. Монотонные нелинейные параболические уравнения. Основные свойства.
--	--	---

*Содержание разделов составлено в соответствии с паспортом научной специальности 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика

5. Образовательные технологии

- информационно-коммуникационные технологии;
- исследовательские методы в обучении;
- интерактивные технологии;
- применение новых методов обучения, связанных с использованием возможностей виртуальной информационной среды (мультимедийные технологии).

В соответствии с утвержденной основной образовательной программой по научной специальности 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика (направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика) программа дисциплины «Дифференциальные уравнения и математическая физика» предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков у обучающихся. Эффективность применения интерактивных форм обучения обеспечивается реализацией следующих условий:

- создание диалогического пространства в организации учебного процесса;
- использование принципов социально-психологического обучения в учебной и научной деятельности;

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3. «Дифференциальные уравнения и математическая физика» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 9 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

- формирование психологической готовности преподавателей к использованию интерактивных форм обучения, направленных на развитие внутренней активности аспиранта и достижения ряда важнейших образовательных целей: стимулирование мотивации и интереса в области углубленного изучения теории динамических систем в общеобразовательном и профессиональном плане; повышение уровня активности и самостоятельности научно-исследовательской работы; развитие навыков анализа, критичности мышления, научной коммуникации.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Дифференциальные уравнения и математическая физика»

№	Контролируемые разделы дисциплины	Результаты обучения	Наименование оценочного средства
1	Обыкновенные дифференциальные уравнения	знать: современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности уметь: выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования владеть: навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований	Доклад
2	Уравнения в частных производных	знать: основные понятия, результаты и методы современных дифференциальных уравнений и динамических систем.	Реферат

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3. «Дифференциальные уравнения и математическая физика» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 10 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

		уметь: решать задачи, связанные с дифференциальными уравнениями, современными методами динамических систем и оптимального управления владеть: навыками постановки задач, связанных с дифференциальными уравнениями	
--	--	---	--

6. 2. Оценочные средства

Текущий контроль

Реферат

Пишется в соответствии с общими требованиями к реферативным работам, представляет собой обзор мнений, точек зрения, научных положений по определенной тематике. Аспирант подготавливает к экзамену реферат своего научного исследования (диссертации), ориентированный на требования к автореферату кандидатской диссертации.

Темы доклада

1. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений.
2. Автономные системы уравнений. Положения равновесия. Предельные циклы.
3. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений.
4. Задача Штурма - Лиувилля для уравнения второго порядка. Свойства собственных функций.
5. Обобщенные функции. Свертка обобщенных функций, преобразование Фурье.
6. Нелинейные гиперболические уравнения. Основные свойства.
7. Задачи Дирихле и Неймана для уравнения Пуассона и методы их решения. Свойства решений (принцип максимума, гладкость, теоремы о среднем и др.).

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3. «Дифференциальные уравнения и математическая физика» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 11 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Темы рефератов

1. Гладкость решения задачи Коши по начальным данным и параметрам, входящим в правые части системы уравнений. Продолжение решения.
2. Общая теория линейных уравнений и систем (область существования решения, фундаментальная матрица Коши, формула Лиувилля-Остроградского, метод вариации постоянных и др.).
3. Устойчивость по Ляпунову. Теорема Ляпунова об устойчивости положения равновесия по первому приближению.
4. Дифференциальные уравнения с разрывной правой частью. Теорема существования и единственности решения при условиях Каратеодори.
5. Линейные и квазилинейные уравнения с частными производными первого порядка. Характеристики.
6. Задача Коши и начально-краевые задачи для волнового уравнения и методы их решения. Свойства решений (характеристический конус, конечность скорости распространения волн, характер переднего и заднего фронтов волны и др.).
7. Монотонные нелинейные эллиптические уравнения. Основные свойства.

Промежуточная аттестация

Вопросы к экзамену формируются в соответствии с программой кандидатского минимума и паспортом научной специальности 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика.

Реферат

Пишется в соответствии с общими требованиями к реферативным работам, представляет собой обзор мнений, точек зрения, научных положений по тематике диссертации (проводится собеседование и выставляется оценка).

Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит 3 вопроса.

За ответ по каждому вопросу выставляется оценка. По результатам ответов за экзамен выводится единая оценка по пятибалльной системе.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3. «Дифференциальные уравнения и математическая физика» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 12 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Вопросы к кандидатскому экзамену

1	Теорема существования и единственности решения задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений.
2	Гладкость решения задачи Коши по начальным данным и параметрам, входящим в правые части системы уравнений. Продолжение решения.
3	Общая теория линейных уравнений и систем (область существования решения, фундаментальная матрица Коши, формула Лиувилля-Остроградского, метод вариации постоянных и др.).
4	Автономные системы уравнений. Положения равновесия. Предельные циклы.
5	Устойчивость по Ляпунову. Теорема Ляпунова об устойчивости положения равновесия по первому приближению.
6	Задачи оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина (без доказательства), приложение к задачам быстрогодействия для линейных систем.
7	Дифференциальные игры. Уравнение Р. Айзекса.
8	Стабильные мосты и экстремальные стратегии.
9	Краевая задача для линейного уравнения или системы уравнений. Функция Грина. Представление решения краевой задачи.
10	Задача Штурма - Лиувилля для уравнения второго порядка. Свойства собственных функций.
11	Системы обыкновенных дифференциальных уравнений с комплексными аргументами. Доказательство теоремы существования и единственности аналитического решения методом мажорант.
12	Дифференциальные уравнения с разрывной правой частью. Теорема существования и единственности решения при условиях Каратеодори.
13	Линейные и квазилинейные уравнения с частными производными первого порядка. Характеристики. Задача Коши. Теория Гамильтона – Якоби.
14	Системы уравнений с частными производными типа Ковалевской. Аналитические решения. Теория Коши - Ковалевской.
15	Классификация линейных уравнений второго порядка на плоскости. Характеристики.
16	Задача Коши и начально-краевые задачи для волнового уравнения и методы их решения. Свойства решений (характеристический конус, конечность скорости распространения волн, характер переднего и заднего фронтов волны и др.).
17	Задачи Дирихле и Неймана для уравнения Пуассона и методы их решения. Свойства решений (принцип максимума, гладкость, теоремы о среднем и др.)
18	Задача Коши и начально-краевые задачи для уравнения теплопроводности и методы их решения. Свойства решений (принцип максимума, бесконечная скорость распространения, функция источника и др.)

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3. «Дифференциальные уравнения и математическая физика» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 13 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

19	Обобщенные функции. Свертка обобщенных функций, преобразование Фурье.
20	Пространства Соболева W_p^m . Теоремы вложения, следы функций из W_p^m на границе области.
21	Обобщенные решения краевых задач для эллиптического уравнения второго порядка. Задачи на собственные функции и собственные значения.
22	Псевдодифференциальные операторы (определение, основные свойства).
23	Нелинейные гиперболические уравнения. Основные свойства.
24	Монотонные нелинейные эллиптические уравнения. Основные свойства.
25	Монотонные нелинейные параболические уравнения. Основные свойства.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

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

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3. «Дифференциальные уравнения и математическая физика» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 14 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

6.3. Критерии оценивания результатов обучения

Оценивание результатов обучения проводится по пятибалльной шкале:

«Отлично» (5 баллов) – за полное выполнение заданий.

«Хорошо» (4 балла) – за правильный подход при небольших ошибках в рассуждениях и вычислениях.

«Удовлетворительно» (3 балла) – за правильный подход при существенных ошибках в вычислениях.

«Неудовлетворительно» (1-2 балла) – за отсутствие выполнения задания, за выполнение вычислений без обоснования.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся:

а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме на языке Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);

б) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в печатной форме шрифтом Брайля, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода);

в) доступная форма предоставления ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно на языке Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) может проводиться в несколько этапов.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3. «Дифференциальные уравнения и математическая физика» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 15 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Самостоятельная работа аспирантов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе и самостоятельного решения задач с дальнейшим их разбором или обсуждением на аудиторных занятиях. Во время самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечены доступом к базам данных и библиотечным фондам и доступом к сети Интернет.

Самостоятельная работа способствует:

- углублению и расширению знаний;
- формированию интереса к самостоятельной научно-исследовательской деятельности;
- овладению приемами процесса познания и развитию познавательных способностей.

Самостоятельная работа аспирантов имеет основную цель – обеспечить качество подготовки выпускаемых специалистов.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся:

Самостоятельная работа аспиранта является показателем научного потенциала, умения работы с литературными источниками и нормативными актами, материалами экономической и педагогической практики, способности аспиранта к самостоятельному анализу проблемных вопросов. Она состоит в изучении учебной и научной литературы, в выполнении заданий для самостоятельной работы.

Аспиранты очной, а также и заочной форм обучения изучают и нарабатывают теоретический и практический материал по большей части самостоятельно. На кафедре экономической теории и регионального развития в списке рекомендованной литературы предложен объем учебной и научной литературы, следовательно, аспиранту необходимо как можно чаще обращаться к фондам научных библиотек, а также и к периодической литературе, следить за новеллами в области развития экономики. При изучении научной, учебной литературы необходимо сопоставить содержание имеющейся в наличии литературы с программой кандидатского экзамена по специальности. В случае отсутствия того или иного источника литературы, необходимо обратиться к фондам Российской государственной библиотеки (г. Москва). Аспирант должен

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3. «Дифференциальные уравнения и математическая физика» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 16 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

провести тщательную подготовительную работу с научной литературой по своей специальности, освоить теоретические, общие и частнонаучные методы поиска.

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Основная литература

(* литература, имеющаяся в библиотеке ЧелГУ или электронной библиотечной системе; ** литература, имеющаяся в электронной библиотечной системе)

1. * Арнольд, В. И. Обыкновенные дифференциальные уравнения [Текст] : [учебник] / В. И. Арнольд. — Изд. 2-е, стер. — Москва : МЦНМО, 2018. — 343 с.
2. ** Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах : учебное пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. — 4-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-1887-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212129>.
3. ** Розендорн, Э. Р. Уравнения с частными производными : учебник / Э. Р. Розендорн, Е. С. Соболева, Г. М. Фатеева. — 2-е изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2017. — 336 с. — ISBN 978-5-9221-1756-2. — Текст : © ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3. «Дифференциальные уравнения и математическая физика» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 17 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:
<https://e.lanbook.com/book/104991>.

4. * Филиппов, А. Ф. Введение в теорию дифференциальных уравнений [Текст] : учебник для вузов / А. Ф. Филиппов. — Изд. стер. — Москва : [Ленанд, 2015]. — 239 с.

Дополнительная литература

1.* Айзекс, Р. Дифференциальные игры [Текст] / Р. Айзекс ; пер. с англ. В. И. Аркина, Э. Н. Симаковой ; под ред. М. И. Зеликина ; предисл. Л. С. Понтрягина. — М. : Мир, 1967. — 479 с.

2.* Алексеев, В. М. Оптимальное управление [Текст] : учебное пособие для вузов / В. М. Алексеев, В. М. Тихомиров, С. В. Фомин. — Москва : Наука, 1979. — 430 с.

3.** Арнольд, В. И. Геометрические методы в теории обыкновенных дифференциальных уравнений : учебное пособие / В. И. Арнольд. — 4-е, изд. — Москва : МЦНМО, 2012. — 384 с. — ISBN 978-5-4439-2069-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:
<https://e.lanbook.com/book/56388>.

4.** Арнольд, В.И. Дополнительные главы теории обыкновенных дифференциальных уравнений / В.И. Арнольд. - Москва : Издательство Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1978. - 306 с. - URL:
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=479567>.

5.** Васильева, Е. В. Периодические системы дифференциальных уравнений с бесконечным множеством устойчивых периодических решений : монография / Е. В. Васильева. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 130 с. — ISBN 978-5-8114-1893-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212081>.

6.** Владимиров, В. С. Уравнения математической физики : учебник / В. С. Владимиров, В. В. Жаринов. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2000. — 400 с. — ISBN 5-9221-0011-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2363>.

7.** Гельфанд, И. М. Обобщенные функции и действия над ними : учебное пособие : [16+] / И. М. Гельфанд, Г. Е. Шилов. – Изд. 2-е. – Москва : Государственное издательство физико-математической литературы, 1959. – 473 с. – (Обобщенные функции. Вып. 1). – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459735> .

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3. «Дифференциальные уравнения и математическая физика» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 18 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

8. ** Гельфанд, И. М. Пространства основных и обобщенных функций / И. М. Гельфанд, Г. Е. Шилов. – Москва : Государственное издательство физико-математической литературы, 1958. – 308 с. : ил. – (Обобщенные функции. Вып. 2). – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468172>.
9. * Демиденко, Г. В. Уравнения и системы, не разрешенные относительно старшей производной [Текст] / Г. В. Демиденко, С. В. Успенский. — Новосибирск : Науч. кн., 1998. — 438 с.
10. * Иоффе, А. Д. Теория экстремальных задач [Текст] / А. Д. Иоффе, В. М. Тихомиров. — М. : Наука, 1974. — 479 с.
11. * Красовский, Н. Н. Позиционные дифференциальные игры [Текст] / Н. Н. Красовский, А. И. Субботин. — М. : Наука, 1974. — 456 с. : ил. — Предм указ.: с. 456.
12. * Курант, Р. Уравнения с частными производными [Электронный ресурс] / Р. Курант ; под ред. О. А. Олейник ; пер. с англ. Т. Д. Вентцель. — Москва : Мир, 1964. — 830 с.
13. * Лакс, П. Д. Гиперболические дифференциальные уравнения в частных производных [Текст] / П. Д. Лакс ; пер. с англ. А. А. Коршуновой ; под науч. ред. О. С. Розановой. — Москва ; Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика : Институт компьютерных исследований, 2010
14. * Понтрягин, Л. С. Математическая теория оптимальных процессов [Текст] / Л. С. Понтрягин [и др.]. — 4-е изд., стер. — Москва : Наука, 1983. — 392 с.
15. * Понтрягин, Л. С. Обыкновенные дифференциальные уравнения [Текст] : учебник для государственных университетов / Л. С. Понтрягин. — М. : Физматгиз, 1961. — 311 с.
16. ** Свешников, А. А. Прикладные методы теории случайных функций : учебное пособие / А. А. Свешников. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-1168-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210539>.
17. * Свиридюк, Г. А. Линейные уравнения соболевского типа : Учебное пособие для вузов / Г. А. Свиридюк, В. Е. Федоров. — Челябинск : Изд-во ЧелГУ, 2003. — 179 с.
18. * Субботин, А. И. Обобщенные решения уравнений в частных производных первого порядка [Текст] : перспективы динамической оптимизации / А. И. Субботин ; пер. с англ. Н. Н. Субботиной. — М. ; Ижевск : Ин-т компьютер. исслед., 2003. — 335 с.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3. «Дифференциальные уравнения и математическая физика» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 19 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

19. ** Треногин, В. А. Обыкновенные дифференциальные уравнения : учебник / В. А. Треногин. – Москва : Физматлит, 2009. – 312 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82614>
- 20.** Треногин, В. А. Уравнения в частных производных : учебное пособие / В. А. Треногин, И. С. Недосекина. – Москва : Физматлит, 2013. – 227 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275574>
21. *Филиппов, А. Ф. Дифференциальные уравнения [Текст] : методические указания для студентов-заочников математических факультетов университетов / А. Ф. Филиппов. — М. : Изд-во МГУ, 1986. — 65 с.
- 22.*Шубин, М. А. Псевдодифференциальные операторы и спектральная теория [Текст] / М. А. Шубин. — М. : Наука, 1978. — 279 с.
- 23.** Корпусов, М. О. Нелинейный функциональный анализ и математическое моделирование в физике : методы исследования нелинейных операторов / М. О. Корпусов, А. Г. Свешников. – Москва : КРАСАНД, 2011. – 474 с. –URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467682>.
- 24.*Олейник, О. А. Лекции об уравнениях с частными производными [Текст] / О. А. Олейник. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. — 260 с.

Электронные фонды и ресурсы

Средством доступа к системе собственных электронных ресурсов является сайт библиотеки www.lib.csu.ru. Электронный каталог обеспечивает полное и оперативное представление о библиотечном фонде, повышает качество и эффективность поиска информации – более ,5 млн. записей.

1. *Электронный каталог. Библиографические базы данных.*

Книги, электронные ресурсы, диссертации и авторефераты.

2. *Электронная библиотека.*

Издания ЧелГУ, УМК; диссертации, защищенные в советах ЧелГУ, резервные коллекции, фонд редких книг, электронный справочник «Информио», статистические издания России и стран СНГ.

3. *Реферативные*

Базы данных ИНИОН РАН, базы данных ВИНТИ, Scopus (<http://www.scopus.com>), Science (архив).

4. *Полнотекстовые*

Базы данных диссертаций РГБ, АРБИКОН, SIGLA, научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>, подписка на полнотекстовую коллекцию российских научных журналов (20-205, 48 наименований), издательств:

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3. «Дифференциальные уравнения и математическая физика» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 20 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Taylor&Francis, Sage Publications (архив научных журналов); Springer, Wiley (<http://onlinelibrary.wiley.com>).

5. *Электронно-библиотечные системы с возможностью* пользования лицензионными материалами из любой точки, имеющей доступ к сети Интернет (регистрация из сети университета персонального аккаунта): Университетская библиотека онлайн (www.biblioclub.ru), Лань (www.e.lanbook.com).

Интернет-ресурсы

- eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка – URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
- Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – URL: <http://e.lanbook.com>
- Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. – URL: <http://biblioclub.ru>

Лицензионное программное обеспечение по дисциплине (модулю)

- MS Office365
- Adobe Reader
- MikTex
- WinDj View

8. Материально-техническое обеспечение

Для проведения занятий по дисциплине «Дифференциальные уравнения и математическая физика», предусмотренной учебным планом подготовки аспирантов, имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам, обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки, а также эффективное выполнение выпускной квалификационной работы (диссертации):

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3. «Дифференциальные уравнения и математическая физика» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 21 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

– лекционные аудитории, оснащенные мультимедийными комплексами на основе антивандальной трибуны;

– специализированные компьютерные классы с подключенным к ним периферийным устройством и оборудованием;

– методические материалы для проведения самостоятельной работы по дисциплине.

На математическом факультете имеются учебные, научно-исследовательские лаборатории, оснащенные современными компьютерами и мультимедийными комплексами: учебно-вычислительная лаборатория (2 компьютерных класса, 24 компьютера), лаборатория методов оптимизации и моделирования игровых ситуаций, учебно-научная лаборатория компьютерной геометрии, учебно-научная лаборатория дифференциальных уравнений и теории операторов кафедры математического анализа, научно-исследовательская лаборатория квантовой топологии, учебно-научная лаборатория технических средств обучения (10 компьютеров), учебно-научная лаборатория «Сетевой полигон» (15 компьютеров). Все компьютеры кафедр и лабораторий математического факультета объединены локальной сетью, имеют выход в Интернет. Факультет имеет собственный сайт math.csu.ru, на котором выложены учебные и научные материалы, разработанные сотрудниками факультета. Помещение для самостоятельной работы (ауд.205,206).

Университет располагает компьютерными классами, объединенными в локальную сеть, выходом в Интернет, оснащенными современными высокопроизводительными компьютерами. Поддерживается собственный сайт: <http://csu.ru>.

Для получения высшего образования по программам аспирантуры инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья в университете имеются аудитории, оснащенные следующим оборудованием:

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3. «Дифференциальные уравнения и математическая физика» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 22 из 22	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Название кабинета	Оборудование
Тифлотехническая аудитория, кабинет А-28 первого учебного корпуса	Тифлотехнические средства: брайлевский компьютер с дисплеем и принтером, тифлокомплекс «Читающая машина», телевизионное увеличивающее устройство, тифломагнитолы кассетные (3 шт.) и цифровые диктофоны (6 шт.). Специальное программное обеспечение: программа речевой навигации JAWS, речевые синтезаторы («говорящая мышь»), экранные лупы.
Сурдотехническая аудитория, кабинет А-27 первого учебного корпуса	радиокласс «Сонет-Р» (на 6 человек), программируемые слуховые аппараты (6 шт.) индивидуального пользования с устройством задания режима работы на компьютере, аудиотехника.
Аудитория адаптивных информационных технологий, кабинет А-27 первого учебного корпуса	Компьютерный класс на 2 мест, интерактивная доска ActiveBoard с системой голосования, акустический усилитель и колонки, мультимедийный проектор, телевизор, видеомагнитофон, устройство видеоконференцсвязи VCON HD3000.

Все указанные в настоящей рабочей программе дисциплины методическое и техническое обеспечение учебного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляется Региональным учебно-научным центром инклюзивного образования ЧелГУ.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

При изучении данной дисциплины используются семинарские (практические) занятия и самостоятельная работа аспиранта. На практических занятиях излагается основное содержание тем программы, рассматриваются основные методы и подходы.

Для наиболее эффективного изучения дисциплины аспиранту 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.