

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дополнительные главы теории дифференциальных уравнений» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 1 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

И.В. Бычков

06

2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)*

2.1.2.1. «Дополнительные главы теории дифференциальных уравнений»

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



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Математический факультет

Кафедра математического анализа

Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дополнительные главы теории дифференциальных уравнений»

Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика

Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика

Версия документа - 1

Стр. 2 из 19

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Программа по дисциплине «Дополнительные главы теории дифференциальных уравнений» 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) 1.2.1.2.1. «Дополнительные главы теории дифференциальных уравнений» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 3 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Аннотация программы: Дисциплина «Дополнительные главы теории дифференциальных уравнений» относится к дисциплинам по выбору. Программа включает в себя несколько разделов теории группового анализа: изучение однопараметрических групп преобразований; инвариантные многообразия, продолжение операторов дифференцирования, теория Ли. Учебный процесс подразумевает изучение теоретического материала и решение модельных задач с применением методов группового анализа, а также самостоятельное изучение материала.

1. Цели и задачи освоения дисциплины.

Цели дисциплины: изучение основных методов и идей теории групп, применение группового анализа дифференциальных уравнений к решению различных прикладных задач.

Задачи дисциплины:

В результате обучения обучающийся должен:

- знать: основные определения и утверждения теории группового анализа;
- уметь: применять методы группового анализа при рассмотрении различных задач, связанных с дифференциальными уравнениями;
- владеть: основными понятиями и методами группового анализа дифференциальных уравнений.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Дополнительные главы теории дифференциальных уравнений» является обязательной. Преподавание дисциплины осуществляется на первом курсе (2 семестр). Общая трудоемкость дисциплины, в том числе и промежуточная аттестация, составляет 2 зачетные единицы/72 часа, из них контактная работа с преподавателем составляет - 0,5 зачетных единиц/18 часов (лекции – 6 часов, практические – 12 часов), самостоятельная работа – 1,47 зачетных единиц/53 часа, контроль – 0,03 зачетных единиц/1 час.

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.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дополнительные главы теории дифференциальных уравнений» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 4 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Дисциплина «Дополнительные главы теории дифференциальных уравнений» 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
цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; основные источники научной информации и требования к представлению информационных материалов	составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов, проводить исследования по согласованному с руководителем плану, представлять полученные результаты	систематическими знаниями по направлению деятельности; углубленными знаниями по выбранной направленности подготовки, базовыми навыками проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме
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

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дополнительные главы теории дифференциальных уравнений» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 5 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

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
	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 получаемых 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	-	72	-	-	72
Контактная работа:	-	18	-	-	18
Лекции, акад. часов	-	6	-	-	6
Практические (семинары), акад. часов	-	12	-	-	12
Лабораторные работы, акад. часов	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа, акад. часов	-	53	-	-	53
Контроль	-	1	-	-	1
Вид контроля (зачёт, экзамен)	-	зачет с оценкой	-	-	

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дополнительные главы теории дифференциальных уравнений» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 6 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

4.2. Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Количество часов					Самостоятельная работа	Форма текущего контроля
		Всего	Контактная работа					
			Лекции	Практические, семинары	Лаб. работы			
1	Однопараметрические группы преобразований	19	2	4	-		13	Доклад
2	Инвариантные многообразия	19	2	4	-		13	Доклад
3	Продолжение операторов дифференцирования	20	2	4	-		14	Доклад
4	Теория Ли	13	-	-	-		13	Доклад
	Контроль	1				1		Зачет с оценкой
	Итого:	72	6	12		1	53	

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела*
1	Однопараметрические группы преобразований	Определение и примеры однопараметрических групп. Группы линейных гомеоморфизмов. Локальная теория. Подобие групп. Уравнение Ли. Инфинитезимальный оператор.
2	Инвариантные многообразия	Теорема Ли. Соответствие групп и векторных полей. Инвариантность. Инварианты и инвариантные многообразия. Критерий инварианта. Теорема о подобии.
3	Продолжение операторов дифференцирования	Инвариантные многообразия. Теория продолжения. Продолжение операторов дифференцирования. Продолжение группы
4	Теория Ли	Теория Ли. Свойства умножения. Локальный изоморфизм. Уравнения и первая теорема Ли. Каноническое умножение. Канонический изоморфизм. Гомоморфизмы канонических группы. Вторая теорема Ли

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дополнительные главы теории дифференциальных уравнений» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 7 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

*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 «Дополнительные главы теории дифференциальных уравнений» 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;
- 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.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дополнительные главы теории дифференциальных уравнений» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 8 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Дополнительные главы теории дифференциальных уравнений»

№	Контролируемые разделы дисциплины	Результаты обучения	Наименование оценочного средства
1	Однопараметрические группы преобразований	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	Инвариантные многообразия	знать: основные понятия, результаты и методы современных дифференциальных уравнений и динамических систем. уметь: решать задачи, связанные с дифференциальными уравнениями, современными методами динамических систем и оптимального управления владеть: навыками постановки задач, связанных с дифференциальными	Доклад

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дополнительные главы теории дифференциальных уравнений» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 9 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

		уравнениями	
3	Продолжение операторов дифференцирования	знать: основные понятия, результаты и методы современных дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления уметь: разрабатывать и применять методы современных дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления для решения задач владеть: навыками выбора методов решения задач, в том числе из смежных разделов математики	Доклад
4	Теория Ли	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

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дополнительные главы теории дифференциальных уравнений» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 10 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

6. 2. Оценочные средства

Текущий контроль

Аспирантам предлагается самостоятельно разобрать одну из тем курса и выступить с докладом. Текущий контроль осуществляется путем оценивания активной работы аспиранта на занятиях и сделанного доклада.

Темы доклада

1. Теория Ли. Свойства умножения.
2. Локальный изоморфизм.
3. Уравнения и первая теорема Ли.
4. Каноническое умножение. Канонический изоморфизм.
5. Гомоморфизмы канонических группы.
6. Вторая теорема Ли. Алгебры Ли.
7. Структурные константы. Гомоморфизмы.
8. Подалгебры. Факторалгебра. Структурные признаки подалгебр.
9. Классы алгебр Ли. Радикал. Теорема Леви.
10. Присоединённая алгебра. Алгебра дифференцирований.
11. Естественный гомоморфизм.
12. Представление алгебр Ли операторов.

Промежуточная аттестация

Вопросы к дифференцированному зачету

1. Определения и примеры однопараметрических групп преобразований
2. Непрерывность
3. Группа переносов
4. Группы линейных гомеоморфизмов
5. Группа растяжений
6. Группа вращений
7. Локальная теория
8. Локальная группа Ли
9. Проективная группа
10. Подобие групп
11. Касательное векторное поле
12. Уравнение Ли
13. Подобие касательных полей

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дополнительные главы теории дифференциальных уравнений» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 11 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

14. Инфинитезимальный оператор
15. Задача о построении группы
16. Соответствие групп и векторных полей
17. Оператор группы. Инвариантность оператора
18. Инварианты и инвариантные многообразия
19. Продолжение представления группы
20. Инварианты группы Ли
21. Критерий инварианта
22. Универсальный инвариант
23. Конечномерный случай. Примеры инвариантов
24. Теорема о подобии. Следствия
25. Инвариантные многообразия. Регулярно заданные многообразия
26. Критерий инвариантности. Примеры
27. Теория продолжения
28. Пространства полилинейных отображений
29. Продолжения пространства
30. Продолжение операторов дифференцирования
31. Продолжение преобразования
32. Основное свойство продолжения
33. Продолжение группы
34. Продолжение инфинитезимального оператора
35. Стандартные коммутаторы
36. Конечномерный случай. Примеры. Дифференциальные инварианты.

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.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дополнительные главы теории дифференциальных уравнений» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 12 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

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.

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:

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дополнительные главы теории дифференциальных уравнений» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 13 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

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.

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

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дополнительные главы теории дифференциальных уравнений» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 14 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

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 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,

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дополнительные главы теории дифференциальных уравнений» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 15 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

- 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. ** 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>.
2. ** Линейные и нелинейные уравнения физики : учебное пособие / составители А. В. Копытов, А. В. Кособуцкий. — Кемерово : КемГУ, 2018 — Часть 1 : Уравнения математической физики — 2018. — 82 с. — ISBN 978-5-8353-2234-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111491>.
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 : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104991>.

Дополнительная литература

1. ** Треногин, В. А. Уравнения в частных производных : учебное пособие / В. А. Треногин, И. С. Недосекина. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2013. — 228 с. — ISBN 978-5-9221-1448-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59744>.
2. ** 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>.
3. Овсянников Л. В. Групповой анализ дифференциальных уравнений. М. : Наука, 1978.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дополнительные главы теории дифференциальных уравнений» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 16 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

4.** 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>.

5.** Шилин, И. А. Введение в алгебру. Группы : учебное пособие / И. А. Шилин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1419-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211004>.

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 «Информо», 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: 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).

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дополнительные главы теории дифференциальных уравнений» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 17 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

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
- WinDjView

8. Материально-техническое обеспечение

Для проведения занятий по дисциплине «Дополнительные главы теории дифференциальных уравнений», 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):

– 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.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дополнительные главы теории дифференциальных уравнений» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 18 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

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:

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.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра математического анализа			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дополнительные главы теории дифференциальных уравнений» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 19 из 19	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

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.