

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра математического анализа</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дифференциальные уравнения в линейных топологических пространствах» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 1 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

А.И. Бирюков

« 24 » 02 2025 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)\*

### 2.1.2.1. «Дифференциальные уравнения в линейных топологических пространствах»

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, 2025

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения  
ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

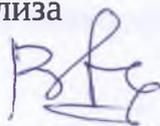
 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра математического анализа</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дифференциальные уравнения в линейных топологических пространствах» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 2 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программа по дисциплине «Дифференциальные уравнения в линейных топологических пространствах» 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:

Заведующий кафедрой математического анализа  
 доктор физико-математических наук,  
 профессор



В.Е. Федоров

Программа одобрена на заседании кафедры математического анализа от 24 января 2025 г., протокол № 7.

Программа утверждена на заседании Ученого совета математического факультета от 30 января 2025 г., протокол № 5.

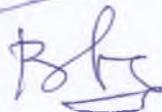
Согласовано

Декан математического факультета



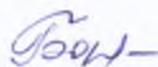
Е.А. Сбродова

Заведующий кафедрой  
 математического анализа



В.Е. Федоров

Заведующий отделом аспирантуры  
 и докторантуры



Н.В. Бочкарева

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра математического анализа</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дифференциальные уравнения в линейных топологических пространствах» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 3 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

**Аннотация программы:** Дисциплина «Дифференциальные уравнения в линейных топологических пространствах» относится к дисциплинам по выбору. Программа включает в себя несколько разделов теории дифференциальных уравнений в линейных топологических пространствах: уравнения первого порядка с постоянным оператором; полугруппы; уравнения первого порядка с переменным оператором; уравнения второго порядка. 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 дифференциальных уравнений, применение их к решению различных прикладных задач.

### **Задачи дисциплины:**

В результате обучения обучающийся должен:

- знать: основные определения и утверждения теории дифференциальных уравнений;
- уметь: применять методы решения дифференциальных уравнений при рассмотрении различных задач;
- владеть: основными понятиями и методами теории дифференциальных уравнений.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Дифференциальные уравнения в линейных топологических пространствах» является обязательной. Преподавание дисциплины осуществляется на первом курсе (2 семестр). Общая трудоемкость дисциплины, в том числе и промежуточная аттестация, составляет 2 зачетных 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

МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра математического анализа</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дифференциальные уравнения в линейных топологических пространствах» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 4 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

анализа, алгебры и геометрии, теории обыкновенных дифференциальных уравнений, уравнений математической физики и вариационного исчисления в рамках университетского курса для студентов-математиков.

Дисциплина «Дифференциальные уравнения в линейных топологических пространствах» 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»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра математического анализа</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дифференциальные уравнения в линейных топологических пространствах» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 5 из 20	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	-	-	

 <b>МИНОБРНАУКИ РОССИИ</b> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра математического анализа</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дифференциальные уравнения в линейных топологических пространствах» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 6 из 20	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	Контроль		
1	Линейные топологические пространства	18	2	4	-		12	Доклад
2	Уравнения первого порядка с постоянным оператором. Полугруппы	18	2	4	-		12	Доклад
3	Уравнения первого порядка с переменным оператором	18	2	4	-		12	Доклад
4	Уравнения второго порядка	17	-	-	-		17	Доклад
	Контроль	1					1	Зачет с оценкой
	<b>Итого:</b>	<b>72</b>	<b>6</b>	<b>12</b>			<b>53</b>	

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела*
1	Линейные топологические пространства	Банахово пространство, функционалы, функции со значениями в банаховом пространстве, ограниченные линейные операторы, неограниченные операторы, операторы в гильбертовом пространстве.
2	Уравнения первого порядка с постоянным	Задача Коши. Равномерно корректная задача Коши. Ослабленная задача Коши. Уравнение в гильбертовом пространстве. Дробные степени операторов. Неоднородное уравнение. Уравнения с возмущенными операторами.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра математического анализа</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дифференциальные уравнения в линейных топологических пространствах» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 7 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

	оператором. Полугруппы	
3	Уравнения первого порядка с переменным оператором	Неограниченные операторы, зависящие от параметра. Равномерно корректная задача Коши. Ослабленная задача Коши. Абстрактное параболическое уравнение с оператором, имеющим переменную область определения.
4	Уравнения второго порядка	Гиперболический случай. Задача Коши. Эллиптический случай. Граничные задачи. Задача для полного уравнения второго порядка.

\*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 в линейных топологических пространствах» 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

© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра математического анализа</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дифференциальные уравнения в линейных топологических пространствах» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 8 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

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 в линейных топологических пространствах»

№	Контролируемые разделы дисциплины	Результаты обучения	Наименование оценочного средства
1	Линейные топологические пространства	<b>знать:</b> современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности <b>уметь:</b> выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования <b>владеть:</b> навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований	Доклад
2	Уравнения первого порядка с постоянным оператором. Полугруппы	<b>знать:</b> основные понятия, результаты и методы современных дифференциальных уравнений и динамических систем. <b>уметь:</b> решать задачи, связанные с	Доклад

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра математического анализа</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дифференциальные уравнения в линейных топологических пространствах» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 9 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

		дифференциальными уравнениями, современными методами динамических систем и оптимального управления <b>владеть:</b> навыками постановки задач, связанных с дифференциальными уравнениями	
3	Уравнения первого порядка с переменным оператором	<b>знать:</b> основные понятия, результаты и методы современных дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления <b>уметь:</b> разрабатывать и применять методы современных дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления для решения задач <b>владеть:</b> навыками выбора методов решения задач, в том числе из смежных разделов математики	Доклад
4	Уравнения второго порядка	<b>знать:</b> современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности <b>уметь:</b> выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования <b>владеть:</b> навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического	Доклад

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра математического анализа</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дифференциальные уравнения в линейных топологических пространствах» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 10 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

		анализа информации по тематике проводимых исследований	
--	--	--	--

## 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. Задача Коши для уравнения первого порядка с постоянным оператором.
2. Равномерно корректная задача Коши для уравнения первого порядка с постоянным оператором.
3. Ослабленная задача Коши для уравнения первого порядка с постоянным оператором.
4. Уравнения первого порядка в гильбертовом пространстве.
5. Дробные степени операторов для уравнения первого порядка.
6. Уравнения первого порядка с возмущенными операторами.
7. Уравнение первого порядка с переменным неограниченным оператором, зависящего от параметра.
8. Равномерно корректная задача Коши для уравнения первого порядка с переменным оператором.
9. Ослабленная задача Коши для уравнения первого порядка с переменным оператором.
10. Задача Коши для гиперболического случая.
11. Граничные задачи для эллиптического случая.
12. Задача Коши для полного уравнения второго порядка.

### *Промежуточная аттестация*

#### *Вопросы к дифференцированному зачету*

1. Определение линейного нормированного пространства. Примеры.
2. Определение банахова пространства.
3. Линейные функционалы. Теорема Хана – Банаха.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра математического анализа</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дифференциальные уравнения в линейных топологических пространствах» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 11 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

4. Принцип равномерной ограниченности.
5. Непрерывность, дифференцируемость, аналитичность.
6. Интегрирование, интеграл Коши.
7. Преобразование Лапласа.
8. Ограниченные линейные операторы. Примеры.
9. Неограниченные операторы. Примеры.
10. Гильбертово пространство. Операторы в гильбертовом пространстве.
11. Задача Коши для уравнения первого порядка с постоянным оператором.  
Постановка задачи, построение решений.
12. Полугруппы.
13. Ослабленная задача Коши для уравнения первого порядка с постоянным оператором. Постановка задачи, построение решений.
14. Равномерно корректная задача Коши для уравнения первого порядка с постоянным оператором. Постановка задачи, построение решений.
15. Уравнение с отрицательно определенным самосопряженным оператором.
16. Уравнение со сжимающей полугруппой. Диссипативные операторы.
17. Уравнение с изометрической полугруппой. Консервативные операторы.
18. Неоднозначные функции от операторов.
19. Дробные степени операторов.
20. Операторы с постоянной областью определения, сильно непрерывные на ней.
21. Уравнения с ограниченным оператором.
22. Задача Коши для уравнения первого порядка с переменным оператором.  
Эволюционный оператор.
23. Ослабленная задача Коши для уравнения первого порядка с переменным оператором.
24. Абстрактное параболическое уравнение с оператором, имеющим переменную область определения. Постановка задачи, свойства решений.
25. Задача Коши для уравнения второго порядка с постоянным оператором.  
Гиперболический случай.
26. Граничные задачи для уравнения второго порядка с постоянным оператором.
27. Задача Коши для полного уравнения второго порядка.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра математического анализа</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дифференциальные уравнения в линейных топологических пространствах» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 12 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

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»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра математического анализа</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дифференциальные уравнения в линейных топологических пространствах» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 13 из 20	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»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра математического анализа</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дифференциальные уравнения в линейных топологических пространствах» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 14 из 20	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 математической 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 формы обучения изучают и нарабатывают теоретический и практический материал по большей части самостоятельно. На кафедре математического анализа 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 математики. 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

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра математического анализа</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дифференциальные уравнения в линейных топологических пространствах» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 15 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

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. \*\* 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

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра математического анализа</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дифференциальные уравнения в линейных топологических пространствах» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 16 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

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.
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](http://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.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра математического анализа</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дифференциальные уравнения в линейных топологических пространствах» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 17 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

## 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: 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](http://www.biblioclub.ru)), Лань ([www.e.lanbook.com](http://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>

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра математического анализа</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дифференциальные уравнения в линейных топологических пространствах» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 18 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

### **Лицензионное программное обеспечение по дисциплине (модулю)**

- OpenOffice
- Adobe Reader
- MikTex
- WinDjView

### **8. Материально-техническое обеспечение**

Для проведения занятий по дисциплине «Дифференциальные уравнения в линейных топологических пространствах», 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.

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  
 © ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра математического анализа</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дифференциальные уравнения в линейных топологических пространствах» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 19 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

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](http://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.
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.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра математического анализа</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 1.2.1.2.1. «Дифференциальные уравнения в линейных топологических пространствах» Научная специальность – 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика Направленность (профиль) – Дифференциальные уравнения и математическая физика			
Версия документа - 1	Стр. 20 из 20	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

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.