

 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. «Вещественный, комплексный и функциональный анализ» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 1 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

И.В. Бычков

06

2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)\*

### 2.1.1.3 «Вещественный, комплексный и функциональный анализ»

**Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ**

**Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ**

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

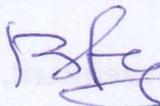
© ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

 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. «Вещественный, комплексный и функциональный анализ» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 2 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Программа по дисциплине «Вещественный, комплексный и функциональный анализ» составлена в соответствии с паспортом научной специальности 1.1. Математика и механика 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



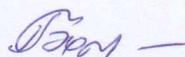
Е.А. Сбродова

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»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра математического анализа</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3. «Вещественный, комплексный и функциональный анализ» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 3 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

**Аннотация программы:** Дисциплина «Вещественный, комплексный и функциональный анализ» относится к программам по подготовке к кандидатским экзаменам. Программа включает в себя несколько разделов вещественного, комплексного и функционального анализа. Учебный процесс подразумевает изучение теоретического материала и решение модельных задач.

### 1. Цели и задачи освоения дисциплины.

**Цели дисциплины:** изучение требований и содержания программы-минимум кандидатского экзамена по специальности.

#### **Задачи дисциплины:**

Углубление знаний в вещественном, комплексном и функциональном анализе, совершенствование в овладении методов решения соответствующих задач.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:** основные результаты вещественного, комплексного и функционального анализа.

**Уметь:** решать задачи вещественного, комплексного и функционального анализа.

**Владеть:** основными понятиями и навыками вещественного, комплексного и функционального анализа.

### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Вещественный, комплексный и функциональный анализ» 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 – 2,44 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.



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. «Вещественный, комплексный и функциональный анализ»  
Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ  
Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ

Версия документа - 1

Стр. 4 из 24

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

Дисциплина «Вещественный, комплексный и функциональный анализ» 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**

<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
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 вещественного, комплексного и функционального анализа	применять методы вещественного, комплексного и функционального анализа при решении задач высшей математики	навыками решения задач, связанных вещественным, комплексным и функциональным анализом

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

<b>Результаты обучения по дисциплине</b>	
знать	Основные результаты вещественного, комплексного и функционального анализа постановки классических задач вещественного, комплексного и функционального анализа
уметь	Решать задачи вещественного, комплексного и функционального анализа. разрабатывать и применять методы современного вещественного, комплексного и функционального анализа для решения задач

 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) 2.1.1.3. «Вещественный, комплексный и функциональный анализ» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 5 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

владеть	Основными понятиями и навыками вещественного, комплексного и функционального анализа
	навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов
	навыками постановки задач, связанных с вещественным, комплексным и функциональным анализом

## 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	

### 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	Действительный анализ	24	-	4	-	-	20	доклад
2	Комплексный анализ	24	-	4	-	-	20	доклад
3	Функциональный анализ	24	-	4	-	-	20	доклад
	Контроль	36	-	-	-	8	28	
	<b>Итого:</b>	<b>108</b>		<b>12</b>		<b>8</b>	<b>88</b>	



Математический факультет  
Кафедра математического анализа

Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3. «Вещественный, комплексный и функциональный анализ»  
Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ  
Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ

Версия документа - 1

Стр. 6 из 24

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

№ раз дела	Наименование раздела	Содержание раздела*
1	Действительный анализ	<ol style="list-style-type: none"><li><b>1. Меры, измеримые функции, интеграл.</b> Аддитивные функции множеств (меры), счетная аддитивность мер. Конструкция лебеговского продолжения. Измеримые функции. Сходимость функций по мере и почти всюду. Теоремы Егорова и Лузина. Интеграл Лебега. Предельный переход под знаком интеграла. Сравнение интегралов Лебега и Римана. Прямые произведения мер. Теорема Фубини.</li><li><b>2. Неопределенный интеграл Лебега и теория дифференцирования.</b> Дифференцируемость монотонной функции почти всюду. Функции с ограниченным изменением (вариацией). Производная неопределенного интеграла Лебега. Задача восстановления функции по ее производной. Абсолютно непрерывные функции. Теорема Радона–Никодима. Интеграл Стилтеса.</li><li><b>3. Пространства суммируемых функций и ортогональные ряды.</b> Неравенства Гельдера и Минковского. Пространства <math>L^p</math>, их полнота. Полные и замкнутые системы функций. Ортонормированные системы в <math>L^2</math> и равенство Парсеваля. Ряды по ортогональным системам; стремление к нулю коэффициентов Фурье суммируемой функции в случае равномерно ограниченной ортонормированной системы.</li><li><b>4. Тригонометрические ряды.</b> Преобразование Фурье. Условие сходимости ряда Фурье. Представление функций сингулярными интегралами. Единственность разложения функции в тригонометрический ряд. Преобразование Фурье интегрируемых и квадратично интегрируемых функций. Свойство единственности для преобразования Фурье. Теорема Планшереля. Преобразование Лапласа. Преобразование Фурье–Стилтьеса.</li><li><b>5. Гладкие многообразия и дифференциальные формы.</b> Касательное пространство к многообразию в точке. Дифференциальные формы на многообразии. Внешний дифференциал. Интеграл от формы по многообразию.</li></ol>



Математический факультет  
Кафедра математического анализа

Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3. «Вещественный, комплексный и функциональный анализ»  
Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ  
Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ

Версия документа - 1

Стр. 7 из 24

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

		Формула Стокса. Основные интегральные формулы анализа.
2	Комплексный анализ	<ol style="list-style-type: none"><li><b>1. Интегральные представления аналитических функций.</b> Интегральная теорема Коши и ее обращение (теорема Мореры). Интегральная формула Коши. Теорема о среднем. Принцип максимума модуля. Лемма Шварца. Интеграл типа Коши, его предельные значения. Формулы Сохоцкого.</li><li><b>2. Ряды аналитических функций. Особые точки. Вычеты.</b> Равномерно сходящиеся ряды аналитических функций; теорема Вейерштрасса. Представление аналитических функций степенными рядами, неравенства Коши. Нули аналитических функций. Теорема единственности. Изолированные особые точки (однозначного характера). Теорема Коши о вычетах. Вычисление интегралов с помощью вычетов. Принцип аргумента. Теорема Руше. Приближение аналитических функций многочленами</li><li><b>3. Целые и мероморфные функции.</b> Рост целой функции. Порядок и тип. Теорема Вейерштрасса о целых функциях с заданными нулями; разложение целой функции в бесконечное произведение. Случай целых функций конечного порядка, теорема Адамара. Теорема Миттаг–Леффлера о мероморфных функциях с заданными полюсами и главными частями.</li><li><b>4. Конформные отображения.</b> Конформные отображения, осуществляемые элементарными функциями. Принцип сохранения области. Критерии однолистности. Теорема Римана. Теоремы о соответствии границ при конформных отображениях.</li><li><b>5. Аналитическое продолжение.</b> Аналитическое продолжение и полная аналитическая функция (в смысле Вейерштрасса). Понятие Римановой поверхности. Продолжение вдоль кривой. Теорема о монодромии. Изолированные особые точки аналитических функций, точки ветвления бесконечного порядка. Принцип симметрии. Формула Кристоффеля–Шварца. Модулярная функция. Нормальные семейства функций, критерий нормальности. Теорема Пикара.</li><li><b>6. Гармонические функции.</b> Гармонические функции, их связь с аналитическими. Инвариантность гармоничности при конформной замене переменных. Бесконечная</li></ol>



Математический факультет  
Кафедра математического анализа

Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3. «Вещественный, комплексный и функциональный анализ»  
Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ  
Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ

Версия документа - 1

Стр. 8 из 24

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

		дифференцируемость. Теорема о среднем и принцип максимума. Теорема единственности. Задача Дирихле. Формула Пуассона для круга.
3	Функциональный анализ	<ol style="list-style-type: none"><li><b>1. Метрические и топологические пространства.</b> Сходимость последовательностей в метрических пространствах. Полнота и пополнение метрических пространств. Сепарабельность. Принцип сжимающих отображений. Компактность множеств в метрических и топологических пространствах</li><li><b>2. Нормированные и топологические линейные пространства.</b> Линейные пространства. Выпуклые множества и выпуклые функционалы, теорема Банаха–Хана. Отделимость выпуклых множеств. Нормированные пространства. Критерии компактности множеств в пространствах <math>C</math> и <math>L_p</math>. Евклидовы пространства. Топологические линейные пространства.</li><li><b>3. Линейные функционалы и линейные операторы.</b> Непрерывные линейные функционалы. Общий вид линейных ограниченных функционалов на основных функциональных пространствах. Сопряженное пространство. Слабая топология и слабая сходимость. Линейные операторы и сопряженные к ним. Пространство линейных ограниченных операторов. Спектр и резольвента. Компактные (вполне непрерывные) операторы. Теоремы Фредгольма.</li><li><b>4. Гильбертовы пространства и линейные операторы в них.</b> Изоморфизм сепарабельных бесконечномерных гильбертовых пространств. Спектральная теория ограниченных операторов в гильбертовых пространствах. Функциональное исчисление для самосопряженных операторов и спектральная теорема. Диагонализация компактных самосопряженных операторов. Неограниченные операторы.</li><li><b>5. Дифференциальное исчисление в линейных пространствах.</b> Дифференцирование в линейных пространствах. Сильный и слабый дифференциалы. Производные и дифференциалы высших порядков. Экстремальные задачи для дифференцируемых функционалов. Метод Ньютона.</li><li><b>6. Обобщенные функции.</b> Регулярные и сингулярные обобщенные функции. Дифференцирование, прямое произведение и свертка обобщенных функций.</li></ol>

 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) 2.1.1.3. «Вещественный, комплексный и функциональный анализ» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 9 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

		Обобщенные функции медленного роста; их преобразование Фурье. Преобразование Лапласа обобщенных функций (операционное исчисление). Структура обобщенных функций с компактным носителем.
--	--	---

\*Содержание разделов составлено в соответствии с паспортом научной специальности 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ.

## 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 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ (направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ) программа дисциплины «Вещественный, комплексный и функциональный анализ» 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

 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) 2.1.1.3. «Вещественный, комплексный и функциональный анализ» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 10 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

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 «Вещественный, комплексный и функциональный анализ»

№	Контролируемые разделы дисциплины	Результаты обучения	Наименование оценочного средства
1	Действительный анализ	<b>знать:</b> основные понятия, результаты и методы вещественного анализа. <b>уметь:</b> решать задачи, связанные с вещественным анализом. <b>владеть:</b> навыками постановки задач, связанных с вещественным анализом	Доклад
2	Комплексный анализ	<b>знать:</b> основные понятия, результаты и методы комплексного анализа. <b>уметь:</b> решать задачи, связанные с комплексным анализом. <b>владеть:</b> навыками постановки задач, связанных с комплексным анализом	Доклад
3	Функциональный анализ	<b>знать:</b> основные понятия, результаты и методы функционального анализа. <b>уметь:</b> решать задачи, связанные с функциональным анализом. <b>владеть:</b> навыками постановки задач, связанных с функциональным анализом	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) 2.1.1.3. «Вещественный, комплексный и функциональный анализ» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 11 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

## 6. 2. Оценочные средства

### *Текущий контроль*

#### *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.)

### *Промежуточная аттестация*

**Вопросы** к экзамену формируются в соответствии с программой кандидатского минимума и паспортом научной специальности 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ.

#### **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»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра математического анализа</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3. «Вещественный, комплексный и функциональный анализ» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 12 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

### *Вопросы к кандидатскому экзамену*

1. Аддитивные функции множеств (меры), счетная аддитивность мер. Конструкция лебеговского продолжения. Измеримые функции.
2. Сходимость функций по мере и почти всюду. Теоремы Егорова и Лузина.
3. Интеграл Лебега. Предельный переход под знаком интеграла. Сравнение интегралов Лебега и Римана.
4. Прямые произведения мер. Теорема Фубини.
5. Дифференцируемость монотонной функции почти всюду. Функции с ограниченным изменением (вариацией).
6. Производная неопределенного интеграла Лебега. Задача восстановления функции по ее производной. Абсолютно непрерывные функции.
7. Теорема Радона–Никодима. Интеграл Стильеса.
8. Неравенства Гельдера и Минковского. Пространства  $L_p$ , их полнота.
9. Полные и замкнутые системы функций. Ортонормированные системы в  $L_2$  и равенство Парсеваля. Ряды по ортогональным системам; стремление к нулю коэффициентов Фурье суммируемой функции в случае равномерно ограниченной ортонормированной системы.
10. Условие сходимости ряда Фурье.
11. Представление функций сингулярными интегралами.
12. Единственность разложения функции в тригонометрический ряд.
13. Преобразование Фурье интегрируемых и квадратично интегрируемых функций. Свойство единственности для преобразования Фурье.
14. Теорема Планшереля.
15. Преобразование Лапласа.
16. Преобразование Фурье–Стилтьеса.
17. Касательное пространство к многообразию в точке.
18. Дифференциальные формы на многообразии. Внешний дифференциал. Интеграл от формы по многообразию.
19. Формула Стокса. Основные интегральные формулы анализа.
20. Интегральная теорема Коши и ее обращение (теорема Мореры). Интегральная формула Коши. Теорема о среднем. Принцип максимума модуля. Лемма Шварца.
21. Интеграл типа Коши, его предельные значения.
22. Формулы Сохоцкого.

 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) 2.1.1.3. «Вещественный, комплексный и функциональный анализ» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 13 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

23. Равномерно сходящиеся ряды аналитических функций; теорема Вейерштрасса. Представление аналитических функций степенными рядами, неравенства Коши.
24. Нули аналитических функций. Теорема единственности.
25. Изолированные особые точки (однозначного характера). Теорема Коши о вычетах. Вычисление интегралов с помощью вычетов.
26. Принцип аргумента. Теорема Руше.
27. Приближение аналитических функций многочленами.
28. Рост целой функции. Порядок и тип. Теорема Вейерштрасса о целых функциях с заданными нулями; разложение целой функции в бесконечное произведение. Случай целых функций конечного порядка, теорема Адамара.
29. Теорема Миттаг–Леффлера о мероморфных функциях с заданными полюсами и главными частями.
30. Конформные отображения, осуществляемые элементарными функциями. Принцип сохранения области. Критерии однолиственности. Теорема Римана. Теоремы о соответствии границ при конформных отображениях.
31. Аналитическое продолжение и полная аналитическая функция (в смысле Вейерштрасса). Понятие Римановой поверхности. Продолжение вдоль кривой.
32. Теорема о монодромии. Изолированные особые точки аналитических функций, точки ветвления бесконечного порядка.
33. Принцип симметрии. Формула Кристоффеля–Шварца. Модулярная функция.
34. Нормальные семейства функций, критерий нормальности. Теорема Пикара.
35. Гармонические функции, их связь с аналитическими. Инвариантность гармоничности при конформной замене переменных. Бесконечная дифференцируемость. Теорема о среднем и принцип максимума. Теорема единственности. Задача Дирихле. Формула Пуассона для круга.
36. Сходимость последовательностей в метрических пространствах. Полнота и пополнение метрических пространств. Сепарабельность.
37. Принцип сжимающих отображений.
38. Компактность множеств в метрических и топологических пространствах.

 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) 2.1.1.3. «Вещественный, комплексный и функциональный анализ» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 14 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

39. Линейные пространства. Выпуклые множества и выпуклые функционалы, теорема Банаха–Хана. Отделимость выпуклых множеств.
40. Нормированные пространства. Критерии компактности множеств в пространствах  $C$  и  $L_p$ .
41. Евклидовы пространства.
42. Топологические линейные пространства.
43. Непрерывные линейные функционалы. Общий вид линейных ограниченных функционалов на основных функциональных пространствах. Сопряженное пространство. Слабая топология и слабая сходимости. Линейные операторы и сопряженные к ним.
44. Пространство линейных ограниченных операторов. Спектр и резольвента.
45. Компактные (вполне непрерывные) операторы. Теоремы Фредгольма.
46. Изоморфизм сепарабельных бесконечномерных гильбертовых пространств.
47. Спектральная теория ограниченных операторов в гильбертовых пространствах. Функциональное исчисление для самосопряженных операторов и спектральная теорема. Диагонализация компактных самосопряженных операторов.
48. Неограниченные операторы.
49. Дифференцирование в линейных пространствах. Сильный и слабый дифференциалы. Производные и дифференциалы высших порядков. Экстремальные задачи для дифференцируемых функционалов. Метод Ньютона.
50. Регулярные и сингулярные обобщенные функции. Дифференцирование, прямое произведение и свертка обобщенных функций.
51. Обобщенные функции медленного роста; их преобразование Фурье.
52. Преобразование Лапласа обобщенных функций (операционное исчисление).
53. Структура обобщенных функций с компактным носителем.

 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) 2.1.1.3. «Вещественный, комплексный и функциональный анализ» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 15 из 24	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.

### 6.3. Критерии оценивания результатов обучения

Оценивание результатов обучения проводится по пятибалльной шкале: Оценка «отлично» (5 баллов) ставится при соблюдении следующих условий:

- грамотное и правильное использование в ответах научной терминологии;
- безошибочное владение категориальным аппаратом;
- умение безошибочно сформулировать и доказать основные теоремы, соответствующие содержащимся в билетах вопросам;

 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) 2.1.1.3. «Вещественный, комплексный и функциональный анализ» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 16 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

- владение методами решения задач, соответствующих теоретической части вопросов;
- логичность, связность ответа.

Оценка **«хорошо» (4 балла)** ставится при соблюдении следующих условий:

- грамотное и правильное использование в ответах научной терминологии;
- владение категориальным аппаратом;
- отдельные ошибки при формулировке и доказательстве основных теорем, соответствующих содержащимся в билетах вопросам;
- владение основными методами решения задач, соответствующих теоретической части вопросов;
- логичность, связность ответа.

Оценка **«удовлетворительно» (3 балла)** ставится за:

- недостаточное владение категориальным аппаратом;
- ошибки при формулировке и доказательстве основных теорем, соответствующих содержащимся в билетах вопросам;
- поверхностное владение методами решения задач, соответствующих теоретической части вопросов.

Оценка **«неудовлетворительно» (1-2 балла)** ставится за:

- отсутствие в ответах необходимой научной терминологии;
- грубые ошибки при формулировке и доказательстве основных теорем, соответствующих содержащимся в билетах вопросам;
- нарушение логичности, связности ответа.

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);

 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) 2.1.1.3. «Вещественный, комплексный и функциональный анализ» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 17 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

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 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

 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) 2.1.1.3. «Вещественный, комплексный и функциональный анализ» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 18 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

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,
- 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) 2.1.1.3. «Вещественный, комплексный и функциональный анализ» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 19 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

## Основная литература

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

1. \*\* Колмогоров, А. Н. Элементы теории функций и функционального анализа : учебное пособие / А. Н. Колмогоров, С. В. Фомин. — 7-е изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 572 с. — ISBN 978-5-9221-0266-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2206> .
2. \*\* Сборник задач по уравнениям математической физики : учебное пособие / В. С. Владимиров, В. П. Михайлов, Т. В. Михайлова, М. И. Шабунин. — 4-е, изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2016. — 520 с. — ISBN 978-5-9221-1692-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104995> .
3. \*\* Тимофеев, В. Н. Методы теории функций комплексного переменного в прикладных задачах механики сплошных сред : методические указания / В. Н. Тимофеев, А. Ю. Бушуев. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. — 68 с. — ISBN 978-5-7038-4252-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103596> .
4. \*\* Привалов, И. И. Введение в теорию функций комплексного переменного : учебник для вузов / И. И. Привалов. — 16-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-9392-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/193364> .
5. \*\* Калинин, А. В. Введение в современные методы математической физики : учебное пособие / А. В. Калинин, А. А. Тюхтина. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2014. — 120 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152870> .
6. \*\* Евграфов, М. А. Аналитические функции : учебное пособие / М. А. Евграфов. — 4-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-0809-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210101> .

 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) 2.1.1.3. «Вещественный, комплексный и функциональный анализ» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 20 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

### Дополнительная литература

- 1.\*\* Бутко, Я. А. Элементы функционального анализа и методы математической физики : учебное пособие : в 2 частях / Я. А. Бутко ; под редакцией М. М. Сержантовой. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, [б. г.]. — Часть 1 — 2011. — 65 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/58439> .
- 2.\* Хатсон, В. К. Л. Приложения функционального анализа и теории операторов / В. К. Л. Хатсон, Дж. С. Пим ; пер. с англ. Н. И. Плужниковой, В. И. Авербуха ; под ред. А. А. Кириллова. – Москва : Мир, 1983. – 431 с.
- 3.\*\* Кутузов, А.С. Введение в функциональный анализ : учебное пособие. – Москва : ООО "Директ-Медиа", 2020. – 481 с. – Профессиональное образование. – ISBN 978-5-4499-0433-1. – URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=42589> .
- 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.\*\* 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> .
- 6.\*\* 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>.
- 7.\*Понтрягин, Л. С. Математическая теория оптимальных процессов [Текст] / Л. С. Понтрягин [и др.]. — 4-е изд., стер. — Москва : Наука, 1983. — 392 с.
- 8.\*\* 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>

 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) 2.1.1.3. «Вещественный, комплексный и функциональный анализ» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 21 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

### 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.

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](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) 2.1.1.3. «Вещественный, комплексный и функциональный анализ» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 22 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

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

- MS Office365
- Adobe Reader
- MikTex
- WinDjView

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

Для проведения занятий по дисциплине «Вещественный, комплексный и функциональный анализ», 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 лаборатория технических средств обучения (10 компьютеров), учебно-научная лаборатория «Сетевой полигон» (15 компьютеров). Все компьютеры кафедр и лабораторий математического факультета объединены локальной сетью, имеют

 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) 2.1.1.3. «Вещественный, комплексный и функциональный анализ» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 23 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

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.

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.

 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) 2.1.1.3. «Вещественный, комплексный и функциональный анализ» Научная специальность – 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ Направленность (профиль) – Вещественный, комплексный и функциональный анализ			
Версия документа - 1	Стр. 24 из 24	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

## **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.