

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 07.04.2025 16:01:36 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8733727	МИНОВЕРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	Рабочая программа дисциплины "Комплексный анализ" по направлению подготовки (специальности) 02.03.01 Математика и компьютерные науки направленности (профилю) Топологические и аналитические методы исследования математических моделей ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1
--	--	--	--------

Рабочая программа дисциплины (модуля)*

Комплексный анализ

Направление подготовки (специальность)

02.03.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль)

Топологические и аналитические методы исследования математических моделей

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора

2023

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

Челябинск 2023 г.



Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
 - 6.1. Перечень видов оценочных средств
 - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
 - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
 - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
 - 7.1. Рекомендуемая литература
 - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
 - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина предназначена для освоения студентами базовых знаний из области комплексного анализа, формирования умений решать типовые задачи, формирования навыков использования основных понятий, теорем, методов комплексного анализа для решения задач профессиональной деятельности.
Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов, соответствующих компетенций ОПК1:
ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук
ОПК-1.2. Демонстрирует умения решать типовые задачи, формулируемые в рамках математических и (или) естественных наук
ОПК-1.3. Имеет навыки использования основных понятий, теорем, законов математики и (или) естественных наук для решения задач профессиональной деятельности

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП:	Б1.О.16
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
Для успешного усвоения дисциплины необходимы знания, полученные в курсах:	
Математический анализ	
Аналитическая геометрия	
Алгебра	
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
Понятия и методы комплексного анализа являются базой для освоения таких дисциплин профессионального цикла как:	
Дифференциальные уравнения	
Функциональный анализ	
Теоретическая механика	
Уравнения с частными производными	
Вариационное исчисление и методы оптимизации	
Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОПК-1: Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности
Знать:
Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук
Уметь:
Демонстрирует умения решать типовые задачи, формулируемые в рамках математических и (или) естественных наук
Владеть:
Имеет навыки использования основных понятий, теорем, законов математики и (или) естественных наук для решения задач профессиональной деятельности

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1 Знать:



Рабочая программа дисциплины "Комплексный анализ" по направлению подготовки (специальности) 02.03.01 "Математика и компьютерные науки" направленности (профилю) Топологические и аналитические методы исследования математических моделей ФГБОУ ВО «ЧелГУ»		стр. 4
3.1.1	правила дифференцирования, интегрирования, нахождения пределов последовательностей и функций; методы исследования рядов; понятие комплексного контурного интеграла; основные правила построения аналитических функций одного переменного; понятие интеграла типа Коши; методы вычисления контурных интегралов подстановкой и посредством интегральной теоремы Коши; признаки сходимости функциональных рядов; дифференцируемость комплексных интегралов типа Коши; интегральное представление значения функции формулой Коши; принцип аргумента и его приложения; понятие конформного отображения областей.	
3.2 Уметь:		
3.2.1	вычислять пределы последовательности и функции в точке; находить производные функции одного переменного и производные сумм рядов аналитических функций в силу теоремы Вейерштрасса; восстанавливать аналитическую функцию по её действительной и мнимой части; продолжать функцию с вещественной оси до аналитической функции на комплексной плоскости; строить аналитическую интерполяционную функцию или доказывать её несуществование; разлагать аналитические функции в ряды Тейлора и Лорана; исследовать на сходимость функциональные последовательности и ряды; находить вычеты аналитических функций в изолированных особых точках; интегрировать функции по комплексному контуру; применять контурное интегрирование для вычисления несобственных интегралов; применять свойства конформных отображений для анализа широкого класса функций; вычислять и применять на практике преобразования Лапласа и Фурье.	
3.3 Владеть:		
3.3.1	владеть методами решения прикладных задач на основе классических задач комплексного анализа.	

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	5 ЗЕТ
Часов по учебному плану : 180 в том числе : аудиторные занятия : 100 самостоятельная работа : 29,7 часов на контроль : 36 контактная работа: 114,3 ИКР: 14,3	Виды контроля в семестрах: экзамены 5 зачеты 4

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
Раздел 1. Комплексные числа. Функции комплексного аргумента				
1.1	Введение. /Лек/	4	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.3 Э1 Э2 Э3
1.2	Операции алгебры и предельного перехода /Пр/	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.3 Э1 Э2 Э3
1.3	Комплексные числа, функции комплексного переменного /Ср/	4	2,9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.3 Э1 Э2 Э3
Раздел 2. Элементарные функции, их свойства				
2.1	Элементарные функции /Лек/	4	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.3 Э1 Э2 Э3



Рабочая программа дисциплины "Комплексный анализ" по направлению подготовки (специальности) 02.03.01 "Математика и компьютерные науки" направленности (профилю) Топологические и аналитические методы исследования математических моделей ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 5
2.2	Свойства элементарных функций /Пр/	4	1	Л1.2 Л1.3 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.3 Э1 Э2 Э3
2.3	Элементарные функции и их свойства /Ср/	4	3	Л1.2 Л1.3 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.3 Л3.2 Э1 Э2 Э3
Раздел 3. Производная функции комплексного переменного				
3.1	Дифференцируемость, производная функции комплексного переменного. Условия Коши-Римана. /Лек/	4	6	Л2.2 Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.3
3.2	Вычисление производных. /Пр/	4	2	Л2.2 Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.3
3.3	Условия Коши-Римана. /Пр/	4	2	Л2.2 Л1.2 Л1.3 Л1.1Л2.1 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3
3.4	Вычисление производных. /Ср/	4	3	Л2.2 Л1.2 Л1.3 Л1.1Л2.1 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3
Раздел 4. Интеграл по комплексному переменному				
4.1	Интеграл по комплексному и действительному переменному. Теорема Коши. /Лек/	4	12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3
4.2	Интегрирование функций комплексного переменного /Пр/	4	1	Л1.2 Л1.3 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3
4.3	Интегрирование функций комплексного переменного /Пр/	4	2	Л1.2 Л1.3 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3
4.4	Интегрирование функций комплексного переменного /Ср/	4	5	Л1.2 Л1.3 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3
Раздел 5. Изолированные особые точки, их вычеты. Определение, вычисление, применение				
5.1	Классификация особых точек /Лек/	5	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3



Рабочая программа дисциплины "Комплексный анализ" по направлению подготовки (специальности) 02.03.01 "Математика и компьютерные науки" направленности (профилю) Топологические и аналитические методы исследования математических моделей ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 6
5.2	Особые точки аналитических функций однозначного характера /Пр/	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3
5.3	Поиск вычетов /Пр/	5	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3
5.4	Вычисление интегралов через вычеты /Пр/	5	3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3
5.5	Вычеты и их применение. /Ср/	5	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3
Раздел 6. Последовательности и ряды дифференцируемых функций в области				
6.1	Степенные ряды /Лек/	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3
6.2	Ряды Лорана /Лек/	4	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3
6.3	Радиус сходимости степенного ряда, свойства сумм /Пр/	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3
6.4	Разложение в ряд Тейлора /Пр/	4	2	Л1.2 Л1.3 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3
6.5	Разложение в ряд Лорана /Пр/	4	2	Л1.2 Л1.3 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3
6.6	Последовательности и ряды, разложение в ряд Тейлора и в ряд Лорана /Ср/	4	3	Л1.2 Л1.3 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3
Раздел 7. Свойства аналитических функций				
7.1	Теорема единственности и принцип максимума модуля /Лек/	5	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3



Рабочая программа дисциплины "Комплексный анализ" по направлению подготовки (специальности) 02.03.01 "Математика и компьютерные науки" направленности (профилю) Топологические и аналитические методы исследования математических моделей ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 7
7.2	Принцип аргумента, теорема Руше /Пр/	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3
Раздел 8. Отображения посредством дифференцируемых функций				
8.1	Конформные отображения /Лек/	5	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.3 Э1 Э2 Э3
8.2	Свойства дробно-линейных отображений /Пр/	5	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.1 Л3.3 Э1 Э2 Э3
8.3	Конформные отображения /Ср/	5	2	Л1.2 Л1.3 Л1.1Л2.1 Л2.3Л3.1 Л3.3 Э1 Э2 Э3
Раздел 9. Преобразования Лапласа				
9.1	Преобразования Лапласа и их применение. /Лек/	5	6	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.1 Л3.3
9.2	Нахождение преобразований Лапласа и обратных преобразований Лапласа /Пр/	5	2	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.1 Л3.3
9.3	Применение преобразования Лапласа в теории обыкновенных дифференциальных уравнений /Пр/	5	2	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.1 Л3.3
9.4	Преобразования Лапласа и их применение. /Ср/	5	4	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3Л3.1 Л3.3 Л3.2
Раздел 10. Аналитическое продолжение				
10.1	Аналитическое продолжение /Лек/	5	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.3 Э1 Э2 Э3
10.2	Аналитическое продолжение /Пр/	5	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.3 Э1 Э2 Э3
10.3	Многозначные аналитические функции /Пр/	5	1	Л1.2 Л1.3 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.3 Э1 Э2 Э3
10.4	Многозначные аналитические функции /Ср/	5	2,8	Л1.2 Л1.3 Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.3 Э1 Э2 Э3
10.5	Экзамен /Экзамен/	5	36	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3
Раздел 11. Иная контактная работа				
11.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	4	5,1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3



11.2	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	5	9,2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3
------	---	---	-----	--

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

Коллоквиум 1
Коллоквиум 2
Контрольная 1
Контрольная 2
Контрольная 3
Контрольная 4
Экзаменационная контрольная работа

6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Вопросы к коллоквиуму 1 (4 семестр)

1. Комплексное число. Мнимая единица. Вещественная и мнимая часть. Операции над комплексными числами.
2. Геометрическое изображение комплексных чисел.
3. Модуль и аргумент комплексного числа. Тригонометрическая и показательная формы записи комплексных чисел. Пример.
4. Корень из комплексного числа. Пример.
5. Предел последовательности комплексных чисел. Покоординатный предел. Теоремы о пределах.
6. Предел функции комплексного переменного. Теоремы о пределах.
7. Непрерывность функции комплексного переменного. Примеры непрерывных функций.
8. Показательная функция. Свойства.
9. Тригонометрические и гиперболические функции.
10. Интеграл по кривой от функции комплексного переменного.
11. Свойства интеграла.
12. Производная. Правила дифференцирования.
13. Условия Коши-Римана. Пример.
14. Понятие регулярной функции. Пример.
15. Интегральная теорема Коши. Следствия.
16. Первообразная. Интеграл от аналитической функции.
17. Интегральная формула Коши.
18. Теорема о среднем.
19. Степенной ряд. Теорема Абеля. Радиус сходимости степенного ряда.
20. Почленное дифференцирование степенного ряда. Ряд Тейлора.
21. Регулярность дифференцируемой в области функции.
22. Бесконечная дифференцируемость регулярной функции.
23. Нули регулярной функции.
24. Теорема об обратной функции. Пример.
25. Теорема единственности и ее следствия.
26. Теорема о разложении в ряд Лорана. Неравенства Коши для коэффициентов ряда Лорана.
27. Изолированные особые точки однозначного характера. Примеры.
28. Ряд Лорана в окрестности особой точки. Правильная и главная части ряда Лорана.
29. Устранимая особая точка.
30. Полус.
31. Существенно особая точка.
32. Теорема Лиувилля и следствия из нее.
33. Мероморфные функции.

Вопросы к коллоквиуму 2 (5 семестр)

1. Вычет в конечной точке. Пример.
2. Вычет в бесконечно удаленной точке.



3. Основная теорема теории вычетов.
4. Вычисление вычета в полюсе.
5. Вычисление вычета в бесконечности. Пример.
6. Вычисление интегралов от рационально-тригонометрических функций.
7. Вычисление интегралов от рациональных функций.
8. Вычисление интегралов с комплексной экспонентой с помощью вычетов.
9. Принцип аргумента.
10. Теорема Руше. Основная теорема алгебры.
11. Теорема об обратной функции.
12. Однолиственность. Пример с полюсом.
13. Принцип максимума модуля и его следствия.
14. Определение конформного отображения.
15. Конформные отображения и их свойства.
16. Соответствие границ при конформном отображении.
17. Теорема Римана.
18. Дробно-линейные функции и их свойства.
19. Преобразование Лапласа. Оригинал и изображение.
20. Свойства преобразования Лапласа.
21. Таблица оригиналов и изображений.
22. Формула обращения преобразования Лапласа.
23. Аналитическое продолжение вдоль цепочки областей. Определение аналитической функции.
24. Аналитическое продолжение вдоль кривой. Определение аналитической функции.
25. Функция $\ln z$ и ее свойства.
26. Изолированная точка ветвления.

Контрольная работа 1.

- Задание 1. Найти модуль и аргумент комплексных чисел и изобразить числа на комплексной плоскости. Представить числа в тригонометрической и показательной форме.
- Задание 2. Найти: алгебраические выражения от комплексных чисел.
- Задание 3. Вычислить значение функции $\sin z$ в точке $z = \pi/3 + 3i$, ответ представить в алгебраической форме комплексного числа.
- Задание 4. Определить вид кривой $z = 5\operatorname{tg}(t) - 3i \operatorname{sec}(t)$.

Контрольная работа 2.

- Задание 1. Найти все лорановские разложения данной функции $f(z) = (z+2)/(z^2-2z-3)$ по степеням $z-3$. Указать главную и правильную части ряда.
- Задание 2. Разложить в ряд Лорана функцию в окрестности особой точки.
- Задания 3 и 4. Вычислить интегралы от функции комплексного переменного.

Контрольная работа 3

- Задание 1. Вычислить вычет функции $f(z) = (z+2)/(z^2-2z-3)$ в точке $z = 3$.
- Задание 2. Вычислить вычет функции в точке $z=0$.
- Задание 3. Найти интеграл по контуру.
- Задание 4. Найти несобственный интеграл.

Контрольная работа 4

- Задание 1. Найти оригинал образа при данном отображении.
- Задание 2. Найти изображение множества при данном отображении.
- Задание 3. Решить дифференциальное уравнение с помощью преобразования Лапласа.
- Задание 4. Решить систему дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа.

6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Контрольные вопросы к экзамену

1. Понятие комплексного числа.
2. Корень из комплексного числа. Пример.



3. Кривые на комплексной плоскости. Интеграл по кривой от функции комплексно-го переменного.
4. Производная. Правила дифференцирования.
5. Условия Коши-Римана (с доказательством).
6. Понятие регулярной функции. Пример.
7. Интегральная теорема Коши (с доказательством).
8. Существование первообразной дифференцируемой функции (с доказательством). Интеграл от дифференцируемой функции.
9. Интегральная формула Коши (с доказательством).
10. Теорема о среднем (с доказательством).
11. Степенной ряд. Теорема Абеля. Радиус сходимости степенного ряда.
12. Почленное дифференцирование степенного ряда. Ряд Тейлора.
13. Регулярность дифференцируемой в области функции (с доказательством).
14. Нули регулярной функции.
15. Теорема об обратной функции (с доказательством).
16. Теорема единственности и ее следствия.
17. Теорема о разложении в ряд Лорана (с доказательством).
18. Изолированные особые точки однозначного характера. Примеры.
19. Ряд Лорана в окрестности особой точки. Правильная и главная части ряда Лорана.
20. Устранимая особая точка. Необходимое и достаточное условие.
21. Полнос. Необходимое и достаточное условие.
22. Существенно особая точка. Необходимое и достаточное условие.
23. Теорема Лиувилля и следствия из нее.
24. Вычет в конечной точке. Пример. Выражение вычета через интеграл.
25. Вычет в бесконечно удаленной точке. Выражение вычета через интеграл.
26. Основная теорема теории вычетов (с доказательством).
27. Вычисление вычета в полюсе.
28. Вычисление вычета в бесконечности. Пример.
29. Вычисление интегралов от рационально-тригонометрических функций.
30. Вычисление интегралов от рациональных функций.
31. Принцип аргумента.
32. Теорема Руше. Основная теорема алгебры.
33. Теорема об обратной функции (с доказательством).
34. Однолистность. Пример с полюсом.
35. Принцип максимума модуля (с доказательством) и его следствия.
36. Конформные отображения и их свойства.
37. Теорема Римана.
38. Дробно-линейные функции и их свойства. Доказать круговое свойство.
39. Преобразование Лапласа. Оригинал и изображение.
40. Свойства преобразования Лапласа.
41. Аналитическое продолжение вдоль цепочки областей. Определение аналитической функции.
42. Аналитическое продолжение вдоль кривой. Определение аналитической функции.
43. Функция $\ln z$ и ее свойства.

Пример экзаменационного билета

Билет 1

1. Условия Коши-Римана (с доказательством).
2. Понятие комплексного числа.
3. Изолированные особые точки однозначного характера. Примеры.
4. Найти $|z|$, $\operatorname{Re} z$, $\operatorname{Im} z$, где $z = \sin(1+i)$.

6.4. Критерии оценивания

Порядок проведения промежуточной аттестации

Зачет и экзамен проставляются исходя из количества баллов, набранных в течение семестра.
Начисляемые рейтинговые баллы.

5 семестр (зачет)



Посещение и работа на практических занятиях - 25

Посещение лекций -15

Контрольная № 1 -30

Контрольная № 2 -30

Итого 100 баллов

6 семестр (экзамен)

Посещение лекций -10

Посещение и работа на практических занятиях -10

Коллоквиум №1 -20

Коллоквиум №2 -20

Контрольная №3 -20

Контрольная №4 -20

Экзаменационная контрольная работа - 25

Итого 125 баллов

При подведении итогов учитываются результаты текущей аттестации. В 5 семестре при постановке зачета суммируются баллы текущей аттестации (максимум 100 баллов). Зачет выставляется при количестве баллов, не меньшем 60.

В 6 семестре полученные за текущую аттестацию баллы суммируются с баллами, полученными за экзаменационную контрольную работу (максимум 125 баллов). Продолжительность контрольной работы - 2 часа. Оценка выставляется по следующему критерию:

0-49 баллов - неудовлетворительно (2);

50-69 баллов - удовлетворительно (3);

70-90 баллов - хорошо (4);

91-125 баллов - отлично (5).

Критерии оценивания контрольной работы 1 и 2

Максимальный балл за контрольную работу — 30 баллов

25-30 баллов: Полностью решены все задачи, получены правильные ответы, допускаются незначительные погрешности

16-24 баллов: Полностью решены только три задачи, четвертая решена частично или отсутствует

6-15 баллов: Полностью решены две задачи, другие две решены частично или отсутствуют

0-5 баллов: Решено не более одной задачи

Критерии оценивания контрольной работы 3 и 4

Максимальный балл за контрольную работу — 20 баллов

15-20 баллов: Полностью решены все задачи, получены правильные ответы, допускаются незначительные погрешности

10-14 баллов: Полностью решены только три задачи, четвертая решена частично или отсутствует

6-10 баллов: Полностью решены две задачи, другие две решены частично или отсутствуют

0-5 баллов: Решено не более одной задачи

Критерии оценивания коллоквиума

Максимальный балл за коллоквиум — 20 баллов. Этот балл складывается из баллов, полученных за каждый теоретический вопрос.

В билете – 3 теоретических вопроса без доказательства и одна задача.

Критерии оценивания теоретического вопроса

Максимальный балл за ответ на теоретический вопрос — 5.

5 баллов: Даны аккуратные определения и четкие формулировки теорем, свойств. Объяснены все обозначения, участвующие в ответе.

4 балла: Даны аккуратные определения и четкие формулировки теорем, свойств. Не объяснены некоторые обозначения.

Возможны незначительные неясности в изложении.

3 балла: Определения и формулировки в целом приведены, но содержат незначительные неточности, недостаточная



ясность изложения

0-2 балла: Ответ на вопрос отсутствует или содержит определения и формулировки, содержащие значительные ошибки

Критерии оценивания решения задачи.

Максимальный балл за задачу -5

5 баллов: Задача полностью решена, получен правильный ответ.

4 баллов: Задача полностью решена, получен правильный ответ. Возможны незначительные неясности в изложении и незначительные арифметические ошибки.

3 баллов: Задача не полностью решена, правильный ответ не получен. Принцип решения правильный. Имеются неясности в арифметические ошибки.

0-2 баллов: Решение отсутствует или содержит значительные ошибки

Критерии оценивания экзаменационной контрольной работы

Максимальный балл за экзаменационную контрольную работу — 25 баллов. Этот балл складывается из баллов, полученных за каждый теоретический вопрос. В билете – 1 теоретический вопрос с доказательством, 2 теоретических вопроса без доказательства и одна задача.

Критерии оценивания теоретического вопроса с доказательством

Максимальный балл — 10.

9-10 баллов: Даны аккуратные определения и подробные доказательства теорем, свойств. Объяснены все обозначения, участвующие в ответе.

7-8 баллов: Даны определения и доказательства теорем, свойств. Не объяснены некоторые обозначения. Возможны незначительные неясности в изложении.

3-6 баллов: Определения и доказательства в целом приведены, но содержат незначительные неточности, недостаточная ясность изложения. Возможно, не приведены доказательства.

0-2 балла: Ответ на вопрос отсутствует или содержит определения и формулировки, содержащие значительные ошибки

Критерии оценивания теоретического вопроса без доказательства и задачи аналогичны критериям для коллоквиума.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.1	Евграфов М. А.	Аналитические функции (https://e.lanbook.com/book/210101)	Санкт- Петербург : Лань, 2022	ЭБС
Л1.2	Привалов И. И.	Введение в теорию функций комплексного переменного: учебник для вузов (https://urait.ru/bcode/512097)	Москва : Юрайт, 2023	ЭБС
Л1.3	Далингер В. А., Симонженков С. Д.	Комплексный анализ: учебное пособие для вузов (https://urait.ru/bcode/514870)	Москва : Юрайт, 2023	ЭБС

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Лаврентьев М. А., Шабат Б. В.	Методы теории функций комплексного переменного: [учебное пособие для университетов по специальности "Математика", "Физика", "Механика"]	Москва : Наука, 1987	
Л2.2	Маркушевич А. И.	Краткий курс теории аналитических функций: учебное пособие для университетов	Москва: Наука, 1978	



	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.3	Эйдерман В. Я.	Основы теории функций комплексного переменного и операционного исчисления: учебник (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76734)	Москва : Физматлит, 2002	ЭБС
Л2.4	Бутров Я. С., Никольский С. М.	Высшая математика в 3 т. Том 3. В 2 кн. Книга 2. Ряды. Функции комплексного переменного: учебник для вузов (https://urait.ru/bcode/513371)	Москва : Юрайт, 2023	ЭБС

7.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л3.1	Андреищева Е.Н.	Сборник практических работ по высшей математике. Функции комплексного переменного. Операционное исчисление: учебно-методическая литература (https://znanium.com/catalog/document?id=343905)	Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2019	ЭБС
Л3.2	Исаченко Н. А.	Комплексный анализ в примерах и упражнениях: интегралы и вычеты: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575792)	Омск : Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского (ОмГУ), 2019	ЭБС
Л3.3	Волковыский Л. И., Лунц Г. Л., Араманович И. Г.	Сборник задач по теории функций комплексного переменного: сборник задач и упражнений (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68541)	Москва : Физматлит, 2002	ЭБС

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	7. Электронный каталог НБ ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ЧелГУ / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, [1992-]. — Режим доступа: свободный. http://www.lib.csu.ru/zgate/scripts/zgate.exe?init+ruslanl.xml,simple.xml+rus
Э2	eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека – URL: http://elibrary.ru/defaultx.asp
Э3	Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. — URL: http://biblioclub.ru/

7.3 Перечень информационных технологий

7.3.1 Программное обеспечение

MS Office365

LMS Moodle

7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<https://elibrary.ru/defaultx.asp?>) eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

Справочник «Информо» (<http://www.informio.ru/>) ИНФОРМИО : электронный справочник [обеспечение всех типов образовательных учреждений нормативными, методическими, научнопрактическими материалами]. – URL: <http://www.informio.ru/>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (экран, ноутбук, колонки, мультимедийный проектор и компьютер для презентации лекций, слайдов лекций, подготовленных в Microsoft Power Point).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)



Учебный курс строится таким образом, чтобы способствовать созданию у студента понятийно-теоретического ядра и развитию практического навыка решения математических задач.

Для успешного усвоения материала студенту необходимо использовать следующие формы обучения:

1. Лекционная форма, которая предполагает посещение и конспектирование лекций. Лекционные занятия могут проводиться как в классической форме, предполагающее устное изложение материала преподавателем и конспектированием материала студентам, так и форме семинара, студентам предлагается совместное решение теоретических задач при возможной помощи преподавателя. Кроме того, часть лекций сопровождается интерактивными материалами для лучшего понимания геометрической интерпретации материала.

2. Практическая форма занятий предполагает посещение их студентом, с предоставлением выполненного домашнего задания, и выполнения контрольных работ в течение семестра.

3. Самостоятельная форма работы, предполагает кроме выполнения всех домашних работ, необходимость использования и изучения литературы по заданной теме. В случае затруднений при решении задач домашнего задания необходимо обратиться за помощью к лектору, а также преподавателю, ведущему практические занятия, согласно расписанию их консультаций, которое висит вблизи кафедры вычислительной математики.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и руководителя практики осуществляется в режиме реального времени (чат), или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, чаты, электронная почта).

Большую часть времени обучающиеся самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Студенты имеют возможность консультироваться с руководителем практики по всем вопросам, возникающим в ходе самостоятельной работы посредством электронной почты, социальных сетей.

Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы осуществляется через сеть Интернет в удобном для него месте, времени и темпе.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и голо информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося.

1. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения: портативный компьютер с вводом/выводом шрифтом Брайля с синтезатором речи «EIBraile-W14J G2»; ноутбуки с программной экранного доступа NVDA; электронные увеличители для удаленного просмотра; видеувеличители портативные; тифлоплеер; цифровые диктофоны.

2. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями слуха: система свободного звукового поля со встроенной совместимостью с FM-устройствами; радиоклассы «Сонет-PCM» с передатчиком, заушным индуктором и индукционной петлей; система информационная для слабослышащих переносная «Исток» А2 со встроенным плеером – звуковым информатором; документ-камера; программируемые слуховые аппараты индивидуального пользования.



3. Ассистивные информационные технологии: программное обеспечение экранного доступа с синтезом речи NVDA; программы экранного увеличения; программы речевого синтеза для компьютеров и ноутбуков; программы речевого синтеза для мобильных устройств; экранная клавиатура; экранная лупа.

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации NVDA, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах, с помощью специальных технических и программных средств (рабочее место для незрячего пользователя с программным обеспечением экранного доступа с синтезом речи NVDA, рабочее место с компьютерным роллером и клавиатурой Clevy с большими кнопками и с разделяющей клавишей накладкой).

Учебно-методические материалы для 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 шрифтом 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.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий (Moodle, Adobe Connect Pro и пр.).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья используется индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации направлены на индивидуализацию обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине 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 шрифтом 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 шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

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. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

02.03.01, Топологические и аналитические методы исследования математических моделей, Математика и компьютерные науки
Комплексный анализ, форма обучения - очная, год набора 2023

Проректор по учебной работе утверждено 24.04.2023 В.Е. Федоров

Ученым советом математического факультета

Протокол заседания № 8 от 13.04.2023

Председатель Ученого совета
математического факультета согласовано Е.А. Сбродова

Заседанием кафедры вычислительной математики

Протокол заседания № 11 от 13.04.2023

Заведующий кафедрой согласовано В. Н. Павленко

Автор (составитель) С.М. Григорьев

Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от «13» апреля 2021 г. № 247-1