

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ У.Д. АЛИЕВА»

Физико-математический факультет



Р.А. Бостанов

04 июля 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Комплексный анализ**

*(наименование дисциплины (модуля))*

Направление подготовки

***01.03.02 Прикладная математика и информатика***

*(шифр, название направления)*

Направленность (профиль) подготовки

***Общий профиль: прикладная математика и информатика***

Квалификация выпускника

***бакалавр***

Форма обучения

***Очная***

Год начала подготовки - **2021**

Карачаевск, 2023

Составитель: канд. физ.-мат. наук, доцент *Бостанов Р. А.*

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.01.2018 № 9 с изменениями и дополнениями от 26.11.2020 г., №1456, 8.02.2021 г., №83, образовательной программой высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, профиль: Общий профиль: прикладная математика и информатика, локальными актами КЧГУ.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры: математического анализа

Протокол № 10 от 30.06.2023 г.

Заведующий кафедрой



канд. физ.-мат. наук, доцент *Лайпанова З.М.*

## Содержание

1. Наименование дисциплины (модуля):.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	4
3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	5
4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....	7
5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	8
5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).....	8
5.2. Тематика лабораторных занятий.....	15
5.3. Примерная тематика курсовых работ .....	15
6. Образовательные технологии.....	16
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).....	17
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы .....	17
7.2. Типовые контрольные задания или иные учебно-методические материалы, необходимые для оценивания степени сформированности компетенций в процессе освоения учебной дисциплины .....	23
7.2.1. Типовые темы к письменным работам, докладам и выступлениям .....	23
7.2.2. Примерные вопросы к итоговой аттестации (экзамен).....	27
7.2.3. Тестовые задания для проверки знаний студентов .....	30
7.2.4. Балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся.....	38
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля). Информационное обеспечение образовательного процесса.....	39
8.1. Основная литература .....	39
8.2. Дополнительная литература .....	39
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	40
10. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля) .....	41
10.1. Общесистемные требования .....	41
10.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	41
10.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения .....	43
10.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы .....	43
11. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья .....	43
12. Лист регистрации изменений .....	45

## 1. Наименование дисциплины (модуля):

### Комплексный анализ

#### Цели освоения дисциплины:

- теоретическое и прикладное освоение студентами основных разделов комплексного анализа, необходимых для понимания ее роли в профессиональной деятельности;
- обеспечение качественной подготовки бакалавров на основе применения методов обучения, характерных для комплексного анализа;
- формирования математической культуры мышления, способности к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения;
- освоения основных методов комплексного анализа, применяемых в решении профессиональных задач и научно-исследовательской деятельности.

#### Для достижения цели ставятся задачи:

- изучить необходимый понятийный аппарат дисциплины;
- сформировать умения доказывать факты и теоремы комплексного анализа;
- сформировать умения решать типовые задачи основных разделов комплексного анализа;
- формирование представлений об основных понятиях и методах комплексного анализа, таких как – аналитические функции, комплексный интеграл, ряды Тейлора и Лорана, особые точки, вычеты, аналитическое продолжение, операционное исчисление;
- получить необходимые знания из области комплексного анализа для дальнейшего самостоятельного освоения научно-технической информации;
- освоение компетенций в области комплексного анализа.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

<b>МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП</b>	
<b>Индекс</b>	<b>Б1.О.21</b>
<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по дисциплинам: «Математический анализ I», «Математический анализ II», «Математический анализ III», «Алгебра и аналитическая геометрия, в объёме вузовской программы.	
<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
Дисциплина «Комплексный анализ» относится к обязательной части Б1.Б, цикла Б1, Дисциплины (модули). Для освоения дисциплины используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения предметов «Математический анализ I», «Математический анализ II», «Математический анализ III», «Алгебра и аналитическая геометрия». Знания и умения, формируемые в процессе изучения дисциплины «Комплексный анализ», будут использоваться в дальнейшем при освоении дисциплин базовой части: «Теория вероятностей и математическая статистика», «Функциональный анализ», и др. Изучение дисциплины необходимо для успешного освоения дисциплин и практик, формирующих компетенции <b>ОПК-1, ПК-1.</b>	

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения ОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине (модулю):

Код компетенций	Содержание компетенции в соответствии с ФГОС ВО/ ПООП/ ОП	Индикаторы достижения компетенций	Декомпозиция компетенций (результаты обучения) в соответствии с установленными индикаторами
<b>ОПК-1</b>	Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	<p>ОПК.Б-1.1. Собирает, анализирует и систематизирует отечественную и зарубежную научно-техническую информацию по профессиональной тематике</p> <p>ОПК.Б-1.2. Анализирует и систематизирует результаты собственных исследований, представляет материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций</p> <p>ОПК.Б-1.3. Применяет физико-математический аппарат для моделирования (формализации) объектов или процессов реального мира</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определения общих форм, научных закономерностей и инструментальных средств комплексного анализа;</li> <li>- современные образовательные и информационные технологии.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приобретать новые научные и профессиональные знания; самостоятельно увидеть следствия полученного результата;</li> <li>- передавать результаты проведенных научных и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, в рамках комплексного анализа;</li> <li>- применять современные образовательные и информационные технологии для вычисления вычетов, для изучения геометрических свойств аналитических функций: нахождение образов кривых при отображении.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками ориентировки в постановках задач;</li> <li>- навыками решения практических задач</li> </ul>

			комплексного анализа с помощью современных образовательных и информационных технологий.
<b>ПК-1</b>	Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям	<p><b>ПК.Б-1.1.</b> Собирает и обрабатывает статистический, экспериментальный, теоретический, графический и т.п. материал, необходимый для построения математических моделей и расчетов</p> <p><b>ПК.Б-1.2.</b> Использует методы прикладной математики и информатики для решения научно-исследовательских и прикладных задач</p> <p><b>ПК.Б-1.3.</b> Имеет профильные знания и практические навыки для координирования научных исследований по выбранному направлению</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия, факты и методы комплексного анализа;</li> <li>- основные свойства аналитических функций: дифференцирование, интегрирование, разложения в ряды Тейлора и Лорана, теорию вычетов, основы теории операционного исчисления;</li> <li>- основные принципы применения теории аналитических функций в практических (исследовательских и прикладных) задачах.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать современный математический аппарат для доказательств математических фактов и утверждений предметной области;</li> <li>- выделять главные смысловые аспекты и идеи в доказательствах; определять цель задачи, выбирать метод решения, проводить анализ решения, делать практические выводы и обобщения;</li> <li>- распознавать и анализировать ошибки в рассуждениях в доказательствах.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современным математическим аппаратом комплексного анализа;</li> <li>- навыками решения</li> </ul>

			прикладных задач, связанных с дифференцированием и интегрированием функций комплексного переменного и их представлением в виде степенных рядов; - навыками решения краевых задач для гармонических функций на основе использования аналитических функций; - навыками решения задачи Коши для обыкновенных линейных дифференциальных уравнений и их систем операционным методом.
--	--	--	---

**4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины (модуля) составляет 4 ЗЕТ, 144 академических часов.

Объём дисциплины	Всего часов	
	для очной формы обучения	для заочной формы обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>144</b>	-
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий)* (всего)</b>	<b>60</b>	-
<b>Аудиторная работа (всего):</b>	<b>60</b>	-
в том числе:		
лекции	40	-
семинары, практические занятия	20	-
практикумы	-	-
лабораторные работы	-	-
групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем	22	-
творческая работа (эссе)	-	-
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>	<b>84</b>	-
<b>Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет / экзамен)</b>	<b>экзамен</b>	-

**5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

**ДЛЯ ОЧНОЙ ФОРМЫ**

№ п/ п	Раздел дисциплины	Общая трудое мкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)						
			Всего	Аудиторные уч. занятия			Сам · рабо та	Планируемы е результаты обучения	Формы текущего контроля
				Лек.	Пр/се м.	Лаб.			
1.	<b>Элементы теории аналитических функций</b>	<b>54</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>34</b>	ОПК-1, ПК-1		
	Поле комплексных чисел. Расширенная плоскость комплексных чисел. Пути и кривые. Кривая Жордана. Области. /Лек/	6	2			4	ОПК-1, ПК-1	Устный опрос	
	Стереографическая проекция. Множество комплексных чисел. /Лек/	4	2			2	ОПК-1, ПК-1	Реферат	
	Функции комплексного переменного. Предел и непрерывность функции комплексного переменного. Функциональные ряды. Степенные ряды. /Ср/	6				6	ОПК-1, ПК-1	Типовые расчеты	
	Комплексные числа, действия над ними. Модуль и аргумент. Тригонометрическая и показательная формы комплексного числа. Формула Муавра. Корень из	6				6	ОПК-1, ПК-1	Творческое задание	



	комплексного числа. <b>/Ср/</b>							
	Последовательности и ряды комплексных чисел. Дифференцирование степенных рядов. <b>/Ср/</b>	4				4	ОПК-1, ПК-1	Типовые расчеты, тесты
	Кривые на комплексной плоскости. <b>/Ср/</b>	2				2	ОПК-1, ПК-1	Устный опрос
	Производная функции комплексного переменного. Условия Коши-Римана. Понятие аналитической функции. <b>/Ср/</b>	2				2	ОПК-1, ПК-1	Реферат
	Конформное отображение. Геометрический смысл модуля и аргумента производной. <b>/Ср/</b>	2				2	ОПК-1, ПК-1	Типовые расчеты
	Геометрический и гидродинамический смысл производной. Конформное отображение в примерах. <b>/Ср/</b>	2				2	ОПК-1, ПК-1	Устный опрос
	Вычисление пределов. Непрерывность, точки разрыва. Кривые на плоскости. Производная функции комплексного переменного. Дифференциал. Условия Коши-Римана. <b>/Ср/</b>	2				2	ОПК-1, ПК-1	Реферат
	Элементарные функции комплексного переменного и их отображения. Дробно-линейные функции и геометрические свойства их	2				2	ОПК-1, ПК-1	Типовые расчеты

	отображений. Геометрия Лобачевского. /Ср/							
	Степенная функция. Функция Жуковского. Показательная и логарифмическая функции. Тригонометрические функции. /Ср/	2				2	ОПК-1, ПК-1	Творческое задание
	Элементарные функции комплексного переменного как аналитическое продолжение с действительной оси. /Лек-дискуссия/	4	2			2	ОПК-1, ПК-1	Типовые расчеты, тесты
	Дробно-линейные функции и геометрические свойства их отображений. Логарифмическая функция. Общая степенная функция. Вычисление. /Пр- мозговой штурм/	4	2	2			ОПК-1, ПК-1	Устный опрос
	Понятие аналитического продолжения. Продолжение вдоль кривой. Понятие римановой поверхности. Примеры многозначных аналитических функций. /Лек/	4	2	2			ОПК-1, ПК-1	Реферат
	Ветви многозначных функций. Точки ветвления. /Лек/	4	2	2			ОПК-1, ПК-1	Устный опрос
	Аналитическое продолжение $\Gamma$ – функции. /Лек- дискуссия/	2	2				ОПК-1, ПК-1	Реферат

<b>2.</b>	<b>Интегралы и степенные ряды</b>	<b>34</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>18</b>		
	Понятие интеграла и его основные свойства. Первообразная. Формула Ньютона - Лейбница. Теорема Коши для односвязной и многосвязной областей. /Лек-мозговой штурм /	4	2			2	ОПК-1, ПК-1	Устный опрос
	Теорема Коши (случай сложного контура). Лемма Гурса. /Ср/	4	2			2	ОПК-1, ПК-1	Реферат
	Интегральная формула Коши. Интеграл типа Коши. Принцип максимума модуля аналитической функции. Бесконечная дифференцируемость аналитической функции. /Лек/	4	2			2	ОПК-1, ПК-1	Типовые расчеты
	Вычисление интегралов. Применение теоремы Коши к решению задач. /Лек-мозговой штурм/	4	2			2	ОПК-1, ПК-1	Творческое задание
	Отображения многоугольников. Теорема Кристоффеля-Шварца. /Лек/	4	2	2			ОПК-1, ПК-1	Типовые расчеты, тесты
	Теоремы Вейерштрасса о равномерно сходящихся рядах аналитических функций. Разложение аналитической функции в ряд Тейлора. /Ср/	2				2	ОПК-1, ПК-1	Устный опрос

	Неравенства Коши для коэффициентов степенного ряда. Теорема Лиувилля. Алгебраическая замкнутость поля комплексных чисел. /Пр/	4		2		2	ОПК-1, ПК-1	Реферат
	Нули аналитической функции. Теорема единственности для аналитических функций. Аналитическое продолжение. /Ср/	2				2	ОПК-1, ПК-1	Типовые расчеты
	Разложение аналитической функции в ряд Тейлора. /Ср/	2				2	ОПК-1, ПК-1	Устный опрос
	Ряд Лорана. Разложение аналитической функции в ряд Лорана. Классификация изолированных особых точек однозначной функции. Ряд Лорана в окрестности бесконечно удалённой точки. /Пр/	4		2		2	ОПК-1, ПК-1	Реферат
<b>3.</b>	<b>Теорема Сохоцкого.</b> /Ср/	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>10</b>		
	Вычеты аналитической функции. Теорема о вычетах. Применение теории вычетов к вычислению определённых интегралов. /Ср/	2				2	ОПК-1, ПК-1	Творческое задание
	Вычет функции относительно полюса. Лемма Жордана. /Ср/	2				2	ОПК-1, ПК-1	Типовые расчеты, тесты
	Целые и	4	2			2	ОПК-1,	Устный опрос

	мероморфные функции. Разложение в бесконечное произведение. Разложение мероморфных функций на простейшие дроби. /Лек/						ПК-1	
	Целые и мероморфные функции с полюсом на бесконечности. /Ср/	2				2	ОПК-1, ПК-1	Реферат
	Вычеты аналитической функции. Применение теории вычетов к вычислению определенных интегралов. /Ср/	2				2	ОПК-1, ПК-1	Типовые расчеты
	Логарифмический вычет. Подсчет числа нулей аналитической функции. Принцип аргумента. Теорема Руше. /Лек/	2	2				ОПК-1, ПК-1	Устный опрос
	Основная теорема высшей алгебры. /Лек/	4	2	2			ОПК-1, ПК-1	Реферат
4.	<b>Разложение аналитической функции в ряд Лорана. Классификация изолированных особых точек однозначной функции. /Пр/</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>12</b>		
	Гармонические функции и их свойства. Связь аналитических и гармонических функций. /Ср/	2				2	ОПК-1, ПК-1	Устный опрос
	Сопряженные гармонические функции. /Лек/	4	2			2	ОПК-1, ПК-1	Реферат

	Задача Дирихле для круга и полуплоскости. Интеграл Пуассона. Приложения аналитических функций к различным задачам. /Ср/	2				2	ОПК-1, ПК-1	Типовые расчеты
	Интеграл Пуассона. /Ср/	2				2	ОПК-1, ПК-1	Творческое задание
	Гармонические функции и их свойства. Задача Дирихле для круга и полуплоскости. Интеграл Пуассона. /Лек/	4	2			2	ОПК-1, ПК-1	Типовые расчеты, тесты
	Приложения аналитических функций к различным задачам. /Пр/	4		2		2	ОПК-1, ПК-1	Устный опрос
5.	<b>Основные понятия операционного исчисления</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>10</b>		
	Преобразование Лапласа и его основные свойства. Изображение элементарных функций. /Ср/	2				2	ОПК-1, ПК-1	Типовые расчеты
	Свойства изображения: линейность, теорема подобия, теорема запаздывания, изображение производной, изображение интеграла, изображение свертки, дифференцирование изображения, теорема смещения. Таблица изображений. /Пр/	4		4			ОПК-1, ПК-1	Типовые расчеты

	Изображения элементарных функций. Показательная функция. /Ср/	2				2	ОПК-1, ПК-1	Устный опрос
	Преобразование Лапласа и его основные свойства. Изображение элементарных функций. Свойства изображения. /Ср/	2				2	ОПК-1, ПК-1	Реферат
	Применения преобразования Лапласа к решению дифференциальных и интегральных уравнений. Обращение преобразования Лапласа. /Ср/	2				2	ОПК-1, ПК-1	Типовые расчеты
	Решения задач для линейных дифференциальных уравнений операционным методом. /Ср/	2				2	ОПК-1, ПК-1	Творческое задание
	Применения преобразования Лапласа к решению дифференциальных и интегральных уравнений. Обращение преобразования Лапласа. Формула Меллина. /Лек/	6	6				ОПК-1, ПК-1	Типовые расчеты, тесты
<b>Всего по видам учебных занятий</b>		<b>144</b>	<b>40</b>	<b>20</b>	<b>-</b>	<b>84</b>		

### **5.2. Тематика лабораторных занятий**

Учебным планом не предусмотрены.

### **5.3. Примерная тематика курсовых работ**

Учебным планом не предусмотрены.

## **6. Образовательные технологии**

При проведении учебных занятий по дисциплине используются традиционные и инновационные, в том числе информационные образовательные технологии, включая при необходимости применение активных и интерактивных методов обучения.

Традиционные образовательные технологии реализуются, преимущественно, в процессе лекционных и практических занятий. Инновационные образовательные технологии используются в процессе аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов в виде применения активных и интерактивных методов обучения.

Информационные образовательные технологии реализуются в процессе использования электронно-библиотечных систем, электронных образовательных ресурсов и элементов электронного обучения в электронной информационно-образовательной среде для активизации учебного процесса и самостоятельной работы студентов.

**Развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений и лидерских качеств при проведении учебных занятий.**

Практические занятия относятся к интерактивным методам обучения и обладают значительными преимуществами по сравнению с традиционными методами обучения, главным недостатком которых является известная изначальная пассивность субъекта и объекта обучения.

Практические занятия могут проводиться в форме групповой дискуссии, «мозговой атаки», разборка кейсов, решения практических задач, анализа ситуации и др. Прежде, чем дать группе информацию, важно подготовить участников, активизировать их ментальные процессы, включить их внимание, развивать кооперацию и сотрудничество при принятии решений.

Методические рекомендации по проведению различных видов практических (семинарских) занятий.

### **1. Обсуждение в группах.**

Групповое обсуждение какого-либо вопроса направлено на нахождение истины или достижение лучшего взаимопонимания, Групповые обсуждения способствуют лучшему усвоению изучаемого материала.

На первом этапе группового обсуждения перед обучающимися ставится проблема, выделяется определенное время, в течение которого обучающиеся должны подготовить аргументированный развернутый ответ.

Преподаватель может устанавливать определенные правила проведения группового обсуждения:

- задавать определенные рамки обсуждения (например, указать не менее 5... 10 ошибок);
- ввести алгоритм выработки общего мнения (решения);
- назначить модератора (ведущего), руководящего ходом группового обсуждения.

На втором этапе группового обсуждения вырабатывается групповое решение совместно с преподавателем (арбитром).

Разновидностью группового обсуждения является круглый стол, который проводится с целью поделиться проблемами, собственным видением вопроса, познакомиться с опытом, достижениями.

### **2. Публичная презентация проекта**

Презентация – самый эффективный способ донесения важной информации как в разговоре «один на один», так и при публичных выступлениях. Слайд-презентации с использованием мультимедийного оборудования позволяют эффективно и наглядно представить содержание изучаемого материала, выделить и проиллюстрировать сообщение, которое несет поучительную информацию, показать ее ключевые



содержательные пункты. Использование интерактивных элементов позволяет усилить эффективность публичных выступлений.

### 3. Дискуссия

Как интерактивный метод обучения означает исследование или разбор. Образовательной дискуссией называется целенаправленное, коллективное обсуждение конкретной проблемы (ситуации), сопровождающейся обменом идеями, опытом, суждениями, мнениями в составе группы обучающихся.

Как правило, дискуссия обычно проходит три стадии: ориентация, оценка и консолидация. Последовательное рассмотрение каждой стадии позволяет выделить следующие их особенности.

Стадия ориентации предполагает адаптацию участников дискуссии к самой проблеме, друг другу, что позволяет сформулировать проблему, цели дискуссии; установить правила, регламент дискуссии.

В стадии оценки происходит выступление участников дискуссии, их ответы на возникающие вопросы, сбор максимального объема идей (знаний), предложений, пресечение преподавателем (арбитром) личных амбиций отклонений от темы дискуссии.

Стадия консолидации заключается в анализе результатов дискуссии, согласовании мнений и позиций, совместном формулировании решений и их принятии.

В зависимости от целей и задач занятия, возможно, использовать следующие виды дискуссий: классические дебаты, экспресс-дискуссия, текстовая дискуссия, проблемная дискуссия, ролевая (ситуационная) дискуссия.

## 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Уровни сформированности компетенций	Индикаторы	Качественные критерии оценивания			
		2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
<b>ОПК-1</b>					
Базовый	<b>Знать:</b> - определения общих форм, научных закономерностей и инструментальных средств комплексного анализа; - современные образовательные и информационные технологии.	Не знает - определения общих форм, научных закономерностей и инструментальных средств комплексного анализа; - современные образовательные и информационные технологии.	В целом знает - определения общих форм, научных закономерностей и инструментальных средств комплексного анализа; - современные образовательные и информационные технологии.	Знает - определения общих форм, научных закономерностей и инструментальных средств комплексного анализа; - современные образовательные и информационные технологии.	

	<p><b>Уметь:</b>  - приобретать новые научные и профессиональные знания;  самостоятельно увидеть следствия полученного результата;  - передавать результаты проведенных научных и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, в рамках комплексного анализа;  - применять современные образовательные и информационные технологии для вычисления вычетов, для изучения геометрических свойств аналитических функций:  нахождение образов кривых при отображении.</p>	<p>Не умеет  - приобретать новые научные и профессиональные знания;  самостоятельно увидеть следствия полученного результата;  - передавать результаты проведенных научных и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, в рамках комплексного анализа;  - применять современные образовательные и информационные технологии для вычисления вычетов, для изучения геометрических свойств аналитических функций:  нахождение образов кривых при отображении.</p>	<p>В целом умеет  - приобретать новые научные и профессиональные знания;  самостоятельно увидеть следствия полученного результата;  - передавать результаты проведенных научных и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, в рамках комплексного анализа;  - применять современные образовательные и информационные технологии для вычисления вычетов, для изучения геометрических свойств аналитических функций:  нахождение образов кривых при отображении.</p>	<p>Умеет  - приобретать новые научные и профессиональные знания;  самостоятельно увидеть следствия полученного результата;  - передавать результаты проведенных научных и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, в рамках комплексного анализа;  - применять современные образовательные и информационные технологии для вычисления вычетов, для изучения геометрических свойств аналитических функций:  нахождение образов кривых при отображении.</p>	
	<p><b>Владеть:</b>  - навыками ориентировки в постановках задач;  - навыками решения практических задач комплексного анализа с помощью современных образовательных и информационных технологий.</p>	<p>Не владеет  - навыками ориентировки в постановках задач;  - навыками решения практических задач комплексного анализа с помощью современных образовательных и информационных технологий.</p>	<p>В целом владеет  - навыками ориентировки в постановках задач;  - навыками решения практических задач комплексного анализа с помощью современных образовательных и информационных технологий.</p>	<p>Владеет  - навыками ориентировки в постановках задач;  - навыками решения практических задач комплексного анализа с помощью современных образовательных и информационных технологий.</p>	
Повышенный	<p><b>Знать:</b>  - определения общих форм, научных</p>				<p>В полном объеме знает  - определения общих форм,</p>

<p>закономерностей и инструментальных средств комплексного анализа;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные образовательные и информационные технологии.</li> </ul>				<p>научных закономерностей и инструментальных средств комплексного анализа;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные образовательные и информационные технологии..</li> </ul>
<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приобретать новые научные и профессиональные знания;</li> <li>- самостоятельно увидеть следствия полученного результата;</li> <li>- передавать результаты проведенных научных и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, в рамках комплексного анализа;</li> <li>- применять современные образовательные и информационные технологии для вычисления вычетов, для изучения геометрических свойств аналитических функций:</li> <li>- нахождение образов кривых при отображении.</li> </ul>				<p>В полном объеме умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приобретать новые научные и профессиональные знания;</li> <li>- самостоятельно увидеть следствия полученного результата;</li> <li>- передавать результаты проведенных научных и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, в рамках комплексного анализа;</li> <li>- применять современные образовательные и информационные технологии для вычисления вычетов, для изучения геометрических свойств аналитических функций:</li> <li>- нахождение образов кривых при отображении.</li> </ul>
<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками ориентировки в постановках задач;</li> <li>- навыками решения практических задач</li> </ul>				<p>В полном объеме владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками ориентировки в постановках задач;</li> <li>- навыками решения практических</li> </ul>

	комплексного анализа с помощью современных образовательных и информационных технологий.				задач комплексного анализа с помощью современных образовательных и информационных технологий.
<b>ПК-1</b>					
Базовый	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия, факты и методы комплексного анализа;</li> <li>- основные свойства аналитических функций: дифференцирование, интегрирование, разложения в ряды Тейлора и Лорана, теорию вычетов, основы теории операционного исчисления;</li> <li>- основные принципы применения теории аналитических функций в практических (исследовательских и прикладных) задачах</li> </ul>	<p>Не знает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия, факты и методы комплексного анализа;</li> <li>- основные свойства аналитических функций: дифференцирование, интегрирование, разложения в ряды Тейлора и Лорана, теорию вычетов, основы теории операционного исчисления;</li> <li>- основные принципы применения теории аналитических функций в практических (исследовательских и прикладных) задачах</li> </ul>	<p>В целом знает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия, факты и методы комплексного анализа;</li> <li>- основные свойства аналитических функций: дифференцирование, интегрирование, разложения в ряды Тейлора и Лорана, теорию вычетов, основы теории операционного исчисления;</li> <li>- основные принципы применения теории аналитических функций в практических (исследовательских и прикладных) задачах.</li> </ul>	<p>Знает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия, факты и методы комплексного анализа;</li> <li>- основные свойства аналитических функций: дифференцирование, интегрирование, разложения в ряды Тейлора и Лорана, теорию вычетов, основы теории операционного исчисления;</li> <li>- основные принципы применения теории аналитических функций в практических (исследовательских и прикладных) задачах</li> </ul>	
	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать современный математический аппарат для доказательств математических фактов и утверждений предметной области;</li> <li>- выделять главные смысловые аспекты и идеи в доказательствах; определять цель задачи, выбирать метод решения, проводить анализ решения, делать</li> </ul>	<p>Не умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать современный математический аппарат для доказательств математических фактов и утверждений предметной области;</li> <li>- выделять главные смысловые аспекты и идеи в доказательствах; определять цель задачи, выбирать метод решения, проводить анализ решения, делать</li> </ul>	<p>В целом умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать современный математический аппарат для доказательств математических фактов и утверждений предметной области;</li> <li>- выделять главные смысловые аспекты и идеи в доказательствах; определять цель задачи, выбирать метод решения, проводить анализ решения, делать практические</li> </ul>	<p>Умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать современный математический аппарат для доказательств математических фактов и утверждений предметной области;</li> <li>- выделять главные смысловые аспекты и идеи в доказательствах; определять цель задачи, выбирать метод решения, проводить</li> </ul>	

	<p>практические выводы и обобщения;</p> <p>- распознавать и анализировать ошибки в рассуждениях в доказательствах.</p>	<p>практические выводы и обобщения;</p> <p>- распознавать и анализировать ошибки в рассуждениях в доказательствах.</p>	<p>выводы и обобщения;</p> <p>- распознавать и анализировать ошибки в рассуждениях в доказательствах..</p>	<p>анализ решения, делать практические выводы и обобщения;</p> <p>- распознавать и анализировать ошибки в рассуждениях в доказательствах.</p>	
	<p><b>Владеть:</b></p> <p>- современным математическим аппаратом комплексного анализа;</p> <p>- навыками решения прикладных задач, связанных с дифференцированием и интегрированием функций комплексного переменного и их представлением в виде степенных рядов;</p> <p>- навыками решения краевых задач для гармонических функций на основе использования аналитических функций;</p> <p>- навыками решения задачи Коши для обыкновенных линейных дифференциальных уравнений и их систем операционным методом.</p>	<p>Не владеет</p> <p>- современным математическим аппаратом комплексного анализа;</p> <p>- навыками решения прикладных задач, связанных с дифференцированием и интегрированием функций комплексного переменного и их представлением в виде степенных рядов;</p> <p>- навыками решения краевых задач для гармонических функций на основе использования аналитических функций;</p> <p>- навыками решения задачи Коши для обыкновенных линейных дифференциальных уравнений и их систем операционным методом.</p>	<p>В целом владеет</p> <p>-- современным математическим аппаратом комплексного анализа;</p> <p>- навыками решения прикладных задач, связанных с дифференцированием и интегрированием функций комплексного переменного и их представлением в виде степенных рядов;</p> <p>- навыками решения краевых задач для гармонических функций на основе использования аналитических функций;</p> <p>- навыками решения задачи Коши для обыкновенных линейных дифференциальных уравнений и их систем операционным методом.</p>	<p>Владеет</p> <p>- современным математическим аппаратом комплексного анализа;</p> <p>- навыками решения прикладных задач, связанных с дифференцированием и интегрированием функций комплексного переменного и их представлением в виде степенных рядов;</p> <p>- навыками решения краевых задач для гармонических функций на основе использования аналитических функций;</p> <p>- навыками решения задачи Коши для обыкновенных линейных дифференциальных уравнений и их систем операционным методом.</p>	
<p>Повышенный</p>	<p><b>Знать:</b></p> <p>- основные понятия, факты и методы комплексного анализа;</p> <p>- основные свойства аналитических</p>				<p>В полном объеме знает</p> <p>- основные понятия, факты и методы комплексного анализа;</p> <p>- основные свойства</p>

	<p>функций: дифференцирование, интегрирование, разложения в ряды Тейлора и Лорана, теорию вычетов, основы теории операционного исчисления;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные принципы применения теории аналитических функций в практических (исследовательских и прикладных) задачах</li> </ul>				<p>аналитических функций: дифференцирование, интегрирование, разложения в ряды Тейлора и Лорана, теорию вычетов, основы теории операционного исчисления;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные принципы применения теории аналитических функций в практических (исследовательских и прикладных) задачах</li> </ul>
	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать современный математический аппарат для доказательств математических фактов и утверждений предметной области;</li> <li>- выделять главные смысловые аспекты и идеи в доказательствах; определять цель задачи, выбирать метод решения, проводить анализ решения, делать практические выводы и обобщения;</li> <li>- распознавать и анализировать ошибки в рассуждениях в доказательствах..</li> </ul>				<p>В полном объеме умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать современный математический аппарат для доказательств математических фактов и утверждений предметной области;</li> <li>- выделять главные смысловые аспекты и идеи в доказательствах; определять цель задачи, выбирать метод решения, проводить анализ решения, делать практические выводы и обобщения;</li> <li>- распознавать и анализировать ошибки в рассуждениях в доказательствах.</li> </ul>
	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современным математическим аппаратом комплексного анализа;</li> <li>- навыками решения</li> </ul>				<p>В полном объеме владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- - современным математическим аппаратом комплексного анализа;</li> <li>- навыками решения</li> </ul>

<p>прикладных задач, связанных с дифференцированием и интегрированием функций комплексного переменного и их представлением в виде степенных рядов; - навыками решения краевых задач для гармонических функций на основе использования аналитических функций; - навыками решения задачи Коши для обыкновенных линейных дифференциальных уравнений и их систем операционным методом.</p>			<p>прикладных задач, связанных с дифференцированием и интегрированием функций комплексного переменного и их представлением в виде степенных рядов; - навыками решения краевых задач для гармонических функций на основе использования аналитических функций; - навыками решения задачи Коши для обыкновенных линейных дифференциальных уравнений и их систем операционным методом.</p>
--	--	--	--

**7.2. Типовые контрольные задания или иные учебно-методические материалы, необходимые для оценивания степени сформированности компетенций в процессе освоения учебной дисциплины**

**7.2.1. Типовые темы к письменным работам, докладам и выступлениям**

**Раздел 1. «Элементы теории аналитических функций»**

1. Сформулируйте правила выполнения алгебраических операций над комплексными числами, заданными в алгебраической форме.
2. Объясните смысл термина «поле комплексных чисел».
3. Какой вид имеет число, обратное числу  $z = x + iy$ ? Какое комплексное число не имеет обратного?
4. Как выполняют деление комплексных чисел, заданных в алгебраической форме?
5. Сформулируйте правило возведения числа  $i$  в степень с натуральным показателем.
6. Какие комплексные числа называют сопряженными? Какое число сопряжено с: а) суммой двух комплексных чисел; б) произведением двух комплексных чисел; в) частным двух комплексных чисел; г) степенью комплексного числа?
7. Как выражаются действительная и мнимая части комплексного числа через это число и сопряженное с ним?
8. Как изображают комплексные числа на плоскости?
9. Чему равны векторы, изображающие сумму и разность двух комплексных чисел?
10. Как записывают комплексное число в тригонометрической форме? А в показательной форме?

11. Как геометрически изображаются два сопряженных комплексных числа? А два противоположных комплексных числа?
12. В чем заключаются геометрический смысл: а) модуля комплексного числа; б) аргумента комплексного числа; в) модуля разности двух комплексных чисел?
13. В чем разница между обозначениями  $\text{Arg } z$  и  $\arg z$ ?
14. Напишите формулы для вычисления модуля и аргумента комплексного числа, заданного в алгебраической форме
15. Любое ли комплексное число имеет модуль? А аргумент?
16. Сформулируйте правила умножения, деления и возведения в степень с натуральным показателем комплексных чисел, заданных в тригонометрической форме.
17. Сколько корней  $n$ -й степени можно извлечь из комплексного числа, отличного от нуля? Где располагаются точки, изображающие эти числа?
18. Напишите формулу корня  $n$ -й степени из комплексного числа, заданного в тригонометрической форме.
19. Дайте определение функции комплексного переменного.
20. Каково геометрическое истолкование функции комплексного переменного, заданной в области  $D$ ?
21. Определите, что означают слова «функция  $\omega = f(z)$  комплексного переменного непрерывна в точке  $z_0$ ».
22. Дайте определение предела функции комплексного переменного: а) в точке  $a$ ; б) в точке  $\infty$ .
23. Области однолиственности некоторых элементарных функций.
24. Как найти образ линии  $\Gamma$ , заданной параметрическими уравнениями, при отображении  $\omega = f(z)$ ?
25. Какое отображение плоскости в себя задает функция  $\omega = kz + c$ , если а)  $k = 0$ ; б)  $c = 0, |k| = 1$ ; в)  $c = 0, \arg k = 0$ ; г)  $k = 1$ ?
26. Дайте определение: а) дифференцируемой функции одного действительного переменного; б) дифференцируемой функции двух действительных переменных; в) дифференцируемой функции комплексного переменного.
27. Дайте определение производной функции комплексного переменного.
28. Как связаны между собой требования существования производной и дифференцируемости функции комплексного переменного?
29. Может ли быть функция комплексного переменного дифференцируемой в точках разрыва?
30. Напишите формулу для приращения дифференцируемой функции.
31. Следует ли из дифференцируемости функции комплексного переменного дифференцируемость ее действительной и мнимой частей как функций двух действительных переменных?
32. Запишите условия Коши-Римана.
33. Где в выводе условий Коши-Римана используется дифференцируемость функции  $\omega = f(z)$ .
34. Какие функции двух действительных переменных называют гармоническими?
35. Как связаны между собой понятия гармонической функции двух действительных переменных и дважды непрерывно дифференцируемой функции комплексного переменного?
36. Как по заданной гармонической функции найти сопряженную с ней гармоническую функцию?
37. В чем заключается геометрический смысл аргумента и модуля производной дифференцируемой функции комплексного переменного?



38. Задайте неравенствами какую-либо область, в которой показательная функция по одному разу принимает каждое ненулевое значение.
39. Дайте определение логарифма в комплексной области.
40. Как выражается логарифм комплексного числа через его модуль и аргумент?
41. Задаёт ли соотношение  $\omega = \operatorname{Ln} z$  функцию комплексного переменного? А соотношение  $\omega = \ln z$ ?
42. На какую область отображает функция  $\omega = \ln z$  комплексную плоскость, разрезанную вдоль отрицательной действительной полуоси?
43. Общая степенная функция. Каковы особенности ее определения?
44. Элементарные функции комплексного переменного и их отображения.
45. Дробно-линейные функции и геометрические свойства их отображений.

### **Раздел 2. «Интегралы и степенные ряды»**

1. Запишите формулы Эйлера в комплексной области.
2. Дайте определение интеграла от комплексной функции по отрезку.
3. Напишите формулу оценки интеграла комплексной функции по отрезку.
4. Дайте определение интеграла комплексной функции вдоль кривой.
5. Чему равно значение интеграла  $\int_{\Gamma} \frac{dz}{z-a}$ , если контур:
  - а) не охватывает точку  $a$ ; б) охватывает точку  $a$  один раз и обходится против часовой стрелки; в) охватывает точку  $a$  один раз и обходится по часовой стрелке?
6. Сформулируйте интегральную теорему Коши для односвязной области.
7. Где в доказательстве теоремы Коши используется предположение о непрерывности производной?
8. Сформулируйте интегральную теорему Коши для многосвязной области. Каким образом при доказательстве этой теоремы многосвязная область превращается односвязной?
9. Дайте определение первообразной для функции комплексного переменного.
10. Всякая ли непрерывная функция комплексного переменного имеет первообразную?
11. Как выражаются с помощью интеграла первообразные непрерывно дифференцируемых функций комплексного переменного?
12. Бесконечная дифференцируемость аналитической функции. Теорема Морера.
13. Дайте определение степенного ряда в комплексной области.
14. При каком условии степенной ряд называется сходящимся в точке  $z_1$ ?
15. Опишите область сходимости степенного ряда с центром  $z_0$ .
16. Какое число называется радиусом сходимости степенного ряда?
17. Какова область сходимости степенного ряда, если  $R = \infty$ ?
18. Дайте определение равномерной сходимости функционального ряда в комплексной области.
19. Может ли сумма степенного ряда иметь разрывы в круге сходимости этого ряда?
20. Дайте определение функции комплексного переменного, аналитической в точке  $z_0$ .
21. Напишите формулу неравенств Коши для коэффициентов степенного ряда?
22. Напишите ряд Тейлора для аналитической функции с центром  $z_0$ .
23. Сформулируйте теорему единственности для аналитических функций.
24. Теорема Лиувилля. Алгебраическая замкнутость поля комплексных чисел.
25. Сформулируйте теорему Коши (случай сложного контура).
26. Отображения многоугольников. Сформулируйте теорему Кристоффеля-Шварца.
27. В чем состоит смысл интегральной формулы Коши?
28. Из каких частей состоит ряд Лорана?

29. В какой области возможно разложение аналитической функции в ряд Лорана?
30. Дайте классификацию изолированных особых точек однозначной функции.
31. Ряд Лорана в окрестности бесконечно удалённой точки.
32. Сформулируйте теорему Сохоцкого.
33. Смысл принцип максимума модуля аналитической функции?
32. Сформулируйте теоремы Вейерштрасса о равномерно сходящихся рядах аналитических функций?
33. Нули аналитической функции. Порядок нуля.
36. Сформулируйте теорему единственности для аналитических функций.
37. В чем смысл аналитического продолжения?

### ***Раздел 3. «Вычеты и их приложения»***

1. Что называется вычетом функции  $\omega = f(z)$  в точке  $a$ ?
2. При каком условии существует вычет функции  $\omega = f(z)$  в точке  $a$ ? Чему он равен, если функция дифференцируема в точке  $a$ ?
3. Как выражается интеграл функции по контуру через вычеты функции в точках, лежащих внутри этого контура?
4. Сформулируйте и докажите теорему о вычетах.
5. Вычет функции относительно полюса.
6. Укажите применения теории вычетов к вычислению определённых интегралов.
7. В чем заключается принцип аргумента?
8. Сформулируйте теорему Руше.
9. Как разложить мероморфную функцию на элементарные дроби.
10. Что такое мероморфная функция?

### ***Раздел 4. «Применение аналитических функций к решению краевых задач»***

1. Как связана общая задача Дирихле на плоскости с гармоническими функциями?
2. В чем заключен смысл классической задачи Дирихле на плоскости?
3. Какая особенность области наблюдается в общей задаче Дирихле?
4. Сколько решений имеет общая задача Дирихле? В каком случае?
5. Напишите формулу Пуассона и метод его вычисления?
6. Как связаны решение общей задачи Дирихле и интеграл Пуассона?

### ***Раздел 5. «Основные понятия операционного исчисления»***

1. Что называют оригиналом?
2. Что называют изображением?
3. Приведите пример функции Хевисайда и вычислите ее оригинал и изображение.
4. Как восстановить оригинал по его изображению. Укажите общие характеристики.
5. Свойства преобразования Лапласа.
6. Таблица изображений.
7. Изображения элементарных функций.
8. Применения преобразования Лапласа к решению дифференциальных и интегральных уравнений. Как они связаны с задачей Коши?
9. Напишите формулу Меллина.

### **Критерии оценки устного ответа на вопросы по дисциплине «Комплексный анализ»:**

✓ 5 баллов - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент

демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

✓ 4 - балла - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

✓ 3 балла – фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

✓ 2 балла – незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

### 7.2.2. Примерные вопросы к итоговой аттестации (экзамен)

#### Билет №1

1. Комплексные числа. Действия над комплексными числами. Геометрическое представление комплексных чисел. Модуль и аргумент.
2. Вычеты аналитической функции. Теорема о вычетах.
3. Проверить выполнение условий Коши-Римана и найти производную функции  $w = z^2 - 2z$ .

#### Билет №2

1. Формула Муавра. Корень из комплексного числа.
2. Разложение аналитической функции в ряд Лорана. Ряд Лорана. Правильная и главная части ряда Лорана.
3. Вычислить интеграл:  $\int_C \frac{z^2}{(z-2)(z+i)} dz$ , где  $C$  – окружность  $|z+i|=1$ .

#### Билет №3

1. Последовательности и ряды комплексных чисел. Функциональные ряды. Степенные ряды.
2. Операционное исчисление. Решения задач для дифференциальных уравнений операционным методом.
3. Найти изолированную особую точку функции и определить ее вид:  $z e^{\frac{1}{z}}$ .

#### Билет №4

1. Функции комплексного переменного. Однозначные и многозначные функции.
2. Задача Дирихле для круга и полуплоскости. Интеграл Пуассона. Приложения аналитических функций к различным задачам.
3. Вычислить:  $\operatorname{Ln}(ie^2)$ .

#### Билет №5

1. Предел функции комплексного переменного. Свойства. Непрерывность функции комплексного переменного.

2. Нули аналитической функции. Порядок нуля.

3. Вычислить:  $\operatorname{Re} s \frac{1}{z^8 - z^5}$ .

### Билет №6

1. Стереографическая проекция. Расширенная плоскость комплексных чисел. Множества комплексных чисел. Понятие области.

2. Гармонические функции и их свойства. Связь аналитических и гармонических функций.

3. Найти значения корней и построить их:  $\sqrt{-3 - i\sqrt{3}}$ .

### Билет №7

1. Производная функции комплексного переменного. Дифференциал. Условие Коши-Римана. Доказательство.

2. Вычет функции относительно полюса.

3. Найти область сходимости ряда:  $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{z^n}{e^{in}}$ .

### Билет №8

1. Кривые на комплексной плоскости. Гладкая кривая.

2. Теоремы Вейерштрасса о равномерно сходящихся рядах аналитических функций.

3. Вычислить:  $(1 + i)^{1-i}$ .

### Билет №9

1. Геометрический смысл модуля и аргумента производной. Конформное отображение.

2. Неравенства Коши для коэффициентов степенного ряда. Теорема Лиувилля.

3. Определить линию заданную уравнением:  $z = t + it^2; -\infty < t < +\infty$ .

### Билет №10

1. Понятие аналитической (голоморфной) функции. Различные трактовки и их связи.

2. Логарифмический вычет. Подсчет числа нулей аналитической функции. Принцип аргумента. Теорема Руше.

3. Исследовать на сходимость ряд:  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(n!)^2}{(2i)^{n^2}}$ .

### Билет №11

1. Понятие римановой поверхности. Дробно-линейная функция.

2. Неопределённый интеграл от функции комплексной переменной. Интегральный логарифм.

3. Найти образ единичной окружности при отображении, осуществляемом функцией Жуковского:  $w = \frac{1}{2} \left( z + \frac{1}{z} \right)$ .

### Билет №12

1. Основные простейшие функции комплексного переменного. Экспоненциальная и тригонометрическая функции. Свойства.

2. Классификация изолированных особых точек однозначной функции. Устранимая особая точка. Полюс. Существенно особая точка.

3. Проверить является ли функция гармонической:  $\frac{x}{x^2 + y^2}$ .

### Билет №13

1. Комплексный логарифм. Логарифмическая функция. Общая степенная функция.
2. Целые и мероморфные функции. Разложение мероморфных функций на простейшие дроби.
3. Исследовать на сходимость ряд:  $\sum_{n=-\infty}^{+\infty} 2^n z^n$ .

### Билет №14

1. Области однолиственности некоторых элементарных функций.
2. Интеграл типа Коши. Бесконечная дифференцируемость аналитической функции.
3. Найти изображения  $q(p)$  оригиналов  $f(t)$ , пользуясь определением изображения:  $f(t) = e^{\alpha t}$ ,  $\alpha = a + ib$ .

### Билет №15

1. Ветви многозначных функций. Точки ветвления. Риманова поверхность.
2. Применение теории вычетов к вычислению определённых интегралов.
3. Найти интеграл:  $\frac{1}{2\pi i} \int_C \frac{\sin z}{(z-2i)^2} dz$ , где  $C$  – кусочно-гладкий контур Жордана.

### Билет №16

1. Дробно-линейные функции и геометрические свойства их отображений. Функция Жуковского.
2. Ряд Лорана в окрестности бесконечно удалённой точки. Теорема Сохоцкого.
3. Вычислить интеграл:  $\int_{|z|=1} dz$ .

### Билет №17

1. Интегральная формула Коши. Доказательство. Смысл.
2. Теорема единственности для аналитических функций. Аналитическое продолжение.
3. Найти область в которую переходит при отображении посредством функции  $w = e^z$ , линия  $z = x + iy$ ;  $x = \text{const}$ ;  $y \in (-\infty, +\infty)$

### Билет №18

1. Ряд Тейлора. Разложение аналитической функции в ряд Тейлора.
2. Преобразование Лапласа и его основные свойства. Изображение элементарных функций. Свойства изображения.
3. Найти модуль и аргумент комплексного числа:  $\frac{i-1}{1+i}$ .

### Билет №19

1. Понятие интеграла. Вопросы существования и вычисления интеграла. Свойства.
2. Изображения элементарных функций. Свойства изображения. Таблица изображений.
3. Найти множество точек в комплексной плоскости, удовлетворяющих неравенству:  $|z| + \text{Im } z \leq 1$ .

### Билет №20

1. Теорема Коши. Общий случай. Теорема Коши для случая треугольника. Теорема Коши для случая сложного контура.
2. Принцип максимума модуля аналитической функции.

3. Разложить функцию в ряд Тейлора по степеням:  $z - a$ , где  $a$  - заданное число, с определением круга сходимости:  $\cos z$ ;  $a = \frac{\pi}{4}$ .

### Билет №21

1. Дифференцирование степенных рядов.
2. Применения преобразования Лапласа к решению дифференциальных и интегральных уравнений. Обращение преобразования Лапласа. Формула Меллина.
3. Вычислить интеграл с помощью теоремы вычетов:  $\int_C \frac{z}{(z-1)(z-2)^2} dz$ , где  $C : |z| = 3$ .

### Критерии оценки устного ответа на вопросы по дисциплине «Комплексный анализ»:

✓ 5 баллов - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

✓ 4 - балла - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

✓ 3 балла – фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

✓ 2 балла – незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

### 7.2.3. Тестовые задания для проверки знаний студентов

#### Тест I

#### Комплексные числа

1. Задание № 1 (ОПК-1, ПК-1) Установить соответствие:

1.  $\frac{1-i}{1+i}$

а)  $-i$

2.  $\frac{1+i}{i}$

б)  $1-i$

3.  $\frac{i}{1+i}$

в)  $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}i$

2. Задание № 2 (ОПК-1, ПК-1) Модуль, равный  $\sqrt{3}$ , имеют комплексные числа...

$\sqrt{3} + \sqrt{3}i$

$2\sqrt{3} - \sqrt{3}i$

$\sqrt{\frac{3}{2}} + \sqrt{\frac{3}{2}}i$

$-\sqrt{\frac{3}{2}} - \sqrt{\frac{3}{2}}i$

$2\sqrt{3} + \sqrt{3}i$

3. Задание № 3 (ОПК-1, ПК-1) Модуль комплексного числа  $-\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}i$  равен...

4. Задание № 4 (ОПК-1, ПК-1) Соответствие между алгебраической и тригонометрической формами комплексных чисел...

1.  $1 - i$

а)  $\sqrt{2} \left( \cos \left( -\frac{\pi}{4} \right) + i \sin \left( -\frac{\pi}{4} \right) \right)$

2.  $1 + i$

б)  $\sqrt{2} \left( \cos \frac{\pi}{4} + i \sin \frac{\pi}{4} \right)$

3.  $-1 + i$

в)  $\sqrt{2} \left( \cos \frac{3\pi}{4} + i \sin \frac{3\pi}{4} \right)$

г)  $\sqrt{2} \left( \cos \frac{\pi}{4} + i \sin \frac{3\pi}{4} \right)$

5. Задание № 5 (ОПК-1, ПК-1) Решение уравнения  $|z| + z = 2 + i$ , есть...

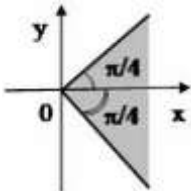
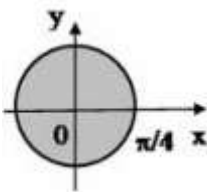
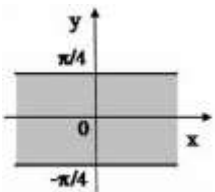
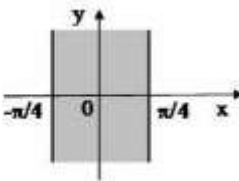
$\frac{1}{4} + i$

$\frac{3}{4} + \frac{1}{2}i$

$\frac{3}{4} + i$

1

6. **Задание № 6 (ОПК-1, ПК-1)** Если  $z = x + iy$ , то множество точек комплексной плоскости, заданных условием  $|\operatorname{Im} z| \leq \frac{\pi}{4}$ , имеет вид...

- 
- 
- 
- 

2. **Задание № 7 (ОПК-1, ПК-1)** Установить соответствие между множествами точек комплексной плоскости заданных неравенствами:

1.  $\left| \frac{z}{z+1} \right| < 1$

а) Полуплоскость  $\operatorname{Re} z > -\frac{1}{2}$

2.  $\left| \frac{1}{z} + 1 \right| > 2$

б) Открытый круг радиуса  $\frac{2}{3}$ , с центром в точке  $z = \frac{1}{3}$

3.  $\left| \frac{z-3}{z+1} \right| < 2$

в) Открытый круг радиуса  $\frac{8}{3}$ , с центром в точке  $z = -\frac{7}{3}$

г) Полуплоскость  $\operatorname{Im} z > -\frac{1}{2}$



**8. Задание № 8 (ОПК-1, ПК-1)** Установить соответствие между множествами точек комплексной плоскости заданных равенствами:

- |  |   |
|--|---|
| 1. $ z-2 + z+2 =4$   | а) Отрезок $[-2,+2]$ , действительной оси |
| 2. $\bar{z}=z e^{i\alpha}$ , $\alpha$ – вещественная константа | б) Прямая                                 |
| 3. $\left \frac{z-1}{z+3}\right =2$                            | в) Прямая $x=-1$                          |

**9. Задание № 9 (ОПК-1, ПК-1)** Какое комплексное число задано выражением  $e^{-i\pi}$  ...

**10. Задание № 10 (ОПК-1, ПК-1)** Значения корня  $\sqrt{3-4i}$ , равны...

- $2-i; -2+i$
- $1-i; 1+i$
- $2+i; 2-i$
- $1+i; 1-i$

**11. Задание (ОПК-1, ПК-1) № 11** Предел последовательности  $z_n = \frac{n^2 + 3i}{n^2 - 2i}$ , равен...

Правильный вариант ответа: 1.

**12. Задание № 12 (ОПК-1, ПК-1)** Исследовать на сходимость ряд:  $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{1+i}{1-i}\right)^n$ .

**13. Задание № 13 (ОПК-1, ПК-1)** Исследовать на сходимость ряд:  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(1+i)^n n}{2^n}$ .

**14. Задание № 14 (ОПК-1, ПК-1)** Какая линия на плоскости задается уравнением:  $z = t + it^2$ ,  $(-\infty < t < \infty)$

- парабола
- окружность
- эллипс
- гипербола

**15. Задание № 15 (ОПК-1, ПК-1)** Решение уравнения  $z^2 - (2+3i)z + 6i = 0$ , есть...

- $-2; -3i$

$2; 1 + 3i$

$2; 1 - 3i$

$2; 3i$

## Тест II

### Функции комплексного переменного

**16. Задание № 16 (ОПК-1, ПК-1)** В каких точках комплексной плоскости функция  $w = z|z|^2$ , имеет производную...

**17. Задание №17 (ОПК-1, ПК-1)** Значение выражения:  $\operatorname{Ln} \frac{1+i}{\sqrt{2}}$ , равно...

$\ln \sqrt{2} + i\left(\frac{\pi}{4} + 2\pi k\right); k \in Z$

$i\frac{\pi k}{4}; k \in Z$

$\ln \sqrt{2} + i\left(-\frac{\pi}{4} + 2\pi k\right); k \in Z$

$i\left(\frac{\pi}{4} + 2\pi k\right); k \in Z$

**18. Задание № 18 (ОПК-1, ПК-1)** Установить соответствие между характеристиками комплексного числа  $e^{1+i}$ :

1.  $|e^{1+i}|$  а)  $e$

2.  $\operatorname{Re} e^{1+i}$  б)  $e \cos 1$

3.  $\operatorname{Im} e^{1+i}$  в)  $e \sin 1$

4.  $\arg e^{1+i}$  г)  $1$

**19. Задание № 19(ОПК-1, ПК-1)** Значение  $(-1)^i$ , равно...

$1$

$e^{-(\pi+2\pi k)}; k \in Z$

$e^{(\pi+2\pi k)}; k \in Z$

$e^{i(\pi+2\pi k)}; k \in Z$

20. Задание № 20 (ОПК-1, ПК-1) Решение уравнения  $e^z - i = 0$ , есть...

$\left(\frac{\pi}{2} + 2\pi k\right); k \in Z$

$i(-\pi + 2\pi k); k \in Z$

$2\pi k i; k \in Z$

$i\left(\frac{\pi}{2} + 2\pi k\right); k \in Z$

21. Задание № 21 (ОПК-1, ПК-1) Образ окружности  $|z| = 1$ , при отображении

$w = \frac{1}{2}\left(z + \frac{1}{z}\right)$ , есть окружность...

$|w| = \frac{1}{2}$

$|w| = 1$

$|w| = 2$

22. Задание № 22 (ОПК-1, ПК-1) Аналитической функцией  $f(z) = u(x, y) + iv(x, y)$ , по заданной действительной части  $u(x, y) = x^2 - y^2 + 2x$ ; если  $f(i) = -1 + 2i$ , является...

$f(z) = z^2 + z$

$f(z) = z^2$

$f(z) = z^2 - z$

23. Задание № 23 (ОПК-1, ПК-1) Производная функции  $f(z) = u(x, y) + iv(x, y)$ , в указанной точке  $z = x + iy$ , может быть вычислена по формулам:

$f'(z) = \frac{\partial u}{\partial x} + i \frac{\partial v}{\partial x}$

$f'(z) = \frac{\partial v}{\partial x} + i \frac{\partial v}{\partial x}$

$f'(z) = \frac{\partial u}{\partial y} + i \frac{\partial v}{\partial x}$

$f'(z) = \frac{\partial v}{\partial y} - i \frac{\partial u}{\partial y}$

**24. Задание № 24 (ОПК-1, ПК-1)** Функция:  $x^2 + iy^2$ , дифференцируема в точках...

- $y = x$
- $y + x = 0$
- $y - x = 1$
- $(1; 0)$

**25. Задание № 25** Радиус сходимости степенного ряда:  $\sum_{n=1}^{\infty} (-2)^n \frac{z^{2n}}{n^2}$ , равен...

**26. Задание № 26** Круг сходимости степенного ряда:  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n (z+i)^n}{3^{n+1} 2^{n-1}}$ , равен...

- $|z+i| < 2$
- $|z+i| < 6$
- $|z+i| < 3$
- $|z+i| < \frac{3}{2}$

**27. Задание № 27 (ОПК-1, ПК-1)** Область сходимости степенного ряда:  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(z-1)^n}{n^2}$ ,

равна...

- $|z-1| < 2$
- $|z-1| < 1$
- $|z+1| < 1$
- $|z| < 1$

**28. Задание № 28 (ОПК-1, ПК-1)** Действительная и мнимая части аналитической функции являются.....функциями.

**29. Задание № 29 (ОПК-1, ПК-1)** Соответствие образов указанных линий плоскости ( $z$ ) на плоскости ( $w$ ), при отображении посредством функции:  $w = e^z$ .

- 1.  $z = x + iy$ ;  $x - const$ ;  $y \in (-\infty, +\infty)$ - а) Окружность с центром в начале координат, и прямая параллельная мнимой оси радиусом:  $|w| = e^x$

2.  $z = x + iy$ ;  $y = \text{const}$ ;  $x \in (-\infty, +\infty)$  - прямая параллельная действительной оси

б) Луч идущий из начала координат под углом:  $\arg w = y$

в) Окружность с центром в начале координат, и радиусом:  $|w| = e^y$

г) Луч идущий из начала координат под углом:  $\arg w = x$

**30. Задание № 30 (ОПК-1, ПК-1)** Точки комплексной плоскости, в которых функция  $f(z) = \cos x + i \sin y$ , имеет производную есть...

$y = \pm x + (2m+1)\frac{\pi}{2}; (m = 0, \pm 1, \dots)$

$y = (2m+1)\frac{\pi}{2}; (m = 0, \pm 1, \dots)$

$x = y + (2m+1)\frac{\pi}{2}; (m = 0, \pm 1, \dots)$

$x = y - (2m+1)\frac{\pi}{2}; (m = 0, \pm 1, \dots)$

**Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний**

*Ключи к тестовым заданиям.*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1-а, 2-б 3-в	3, 4	1	1-а 2-б 3-в	3	3	1-а 2-б 3-в	1-а 2-б 3-в	-1	1	1	расходится	сходится	1	4

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0	4	1-а 2-б 3-в	2	4	2	1	1,4	1	0,5	2	2	Гармонические гармоническими	1-а 2-б	3

**Критерии оценки тестового материала по дисциплине  
«Комплексный анализ»:**

✓ 5 баллов - выставляется студенту, если выполнены все задания варианта, продемонстрировано знание фактического материала (базовых понятий, алгоритма, факта).

✓ 4 балла - работа выполнена вполне квалифицированно в необходимом объёме; имеются незначительные методические недочёты и дидактические ошибки. Продemonстрировано умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; понятен творческий уровень и аргументация собственной точки зрения

✓ 3 балла – продемонстрировано умение синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей в рамках определенного раздела дисциплины;

✓ 2 балла - работа выполнена на неудовлетворительном уровне; не в полном объеме, требует доработки и исправлений и исправлений более чем половины объема.

#### 7.2.4. Балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся

Согласно Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся баллы выставляются в соответствующих графах журнала (см. «Журнал учета балльно-рейтинговых показателей студенческой группы») в следующем порядке:

«Посещение» - 2 балла за присутствие на занятии без замечаний со стороны преподавателя; 1 балл за опоздание или иное незначительное нарушение дисциплины; 0 баллов за пропуск одного занятия (вне зависимости от уважительности пропуска) или опоздание более чем на 15 минут или иное нарушение дисциплины.

«Активность» - от 0 до 5 баллов выставляется преподавателем за демонстрацию студентом знаний во время занятия письменно или устно, за подготовку домашнего задания, участие в дискуссии на заданную тему и т.д., то есть за работу на занятии. При этом преподаватель должен опросить не менее 25% из числа студентов, присутствующих на практическом занятии.

«Контрольная работа» или «тестирование» - от 0 до 5 баллов выставляется преподавателем по результатам контрольной работы или тестирования группы, проведенных во внеаудиторное время. Предполагается, что преподаватель по согласованию с деканатом проводит подобные мероприятия по выявлению остаточных знаний студентов не реже одного раза на каждые 36 часов аудиторного времени.

«Отработка» - от 0 до 2 баллов выставляется за отработку каждого пропущенного лекционного занятия и от 0 до 4 баллов может быть поставлено преподавателем за отработку студентом пропуска одного практического занятия или практикума. За один раз можно отработать не более шести пропусков (т.е., студенту выставляется не более 18 баллов, если все пропущенные шесть занятий являлись практическими) вне зависимости от уважительности пропусков занятий.

«Пропуски в часах всего» - количество пропущенных занятий за отчетный период умножается на два (1 занятие=2 часам) (заполняется делопроизводителем деканата).

«Пропуски по неуважительной причине» - графа заполняется делопроизводителем деканата.

«Попуски по уважительной причине» - графа заполняется делопроизводителем деканата.

«Корректировка баллов за пропуски» - графа заполняется делопроизводителем деканата.

«Итого баллов за отчетный период» - сумма всех выставленных баллов за данный период (графа заполняется делопроизводителем деканата).

#### Таблица перевода балльно-рейтинговых показателей в отметки традиционной системы оценивания

Соотношение часов лекционных и практических занятий	0/2	1/3	1/2	2/3	1/1	3/2	2/1	3/1	2/0	Соответствие отметки коэффициенту
Коэффициент соответствия балльных	1,5	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	«зачтено»
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	«удовлетворительно»

показателей традиционной отметке	2	1,75	1,65	1,6	1,5	1,4	1,35	1,25	-	«хорошо»
	3	2,5	2,3	2,2	2	1,8	1,7	1,5	-	«отлично»

Необходимое количество баллов для выставления отметок («зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично») определяется произведением реально проведенных аудиторных часов (n) за отчетный период на коэффициент соответствия в зависимости от соотношения часов лекционных и практических занятий согласно приведенной таблице.

«Журнал учета балльно-рейтинговых показателей студенческой группы» заполняется преподавателем на каждом занятии.

В случае болезни или другой уважительной причины отсутствия студента на занятиях, ему предоставляется право отработать занятия по индивидуальному графику.

Студенту, набравшему количество баллов менее определенного порогового уровня, выставляется оценка "неудовлетворительно" или "не зачтено". Порядок ликвидации задолженностей и прохождения дальнейшего обучения регулируется на основе действующего законодательства РФ и локальных актов КЧГУ.

Текущий контроль по лекционному материалу проводит лектор, по практическим занятиям – преподаватель, проводивший эти занятия. Контроль может проводиться и совместно.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля). Информационное обеспечение образовательного процесса**

### **8.1. Основная литература**

- 1. Комплексный анализ:** учебное пособие / А. В. Шаталина, С. В. Тышкевич, Л. В. Борисова [и др.]; Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского.- Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 2017.- [URL:https://old.rusneb.ru/catalog/000199\\_000009\\_009648194/](https://old.rusneb.ru/catalog/000199_000009_009648194/) (дата обращения: 28.09.2020). – Текст: электронный.
- 2. Малышева, Н. Б.** Функции комплексного переменного: учебник для вузов./ Н. Б. Малышева, Э. Р. Розендорн ; под редакцией Э. Р. Розендорна. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 168 с. - ISBN 978-5-9221-0977-2. - [URL:https://znanium.com/catalog/product/544726](https://znanium.com/catalog/product/544726) (дата обращения: 28.09.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
- 3. Осадчий, Ю. М.** Функции комплексного переменного. Операционное исчисление: учебное пособие / Ю. М. Осадчий. - Москва: ИНФРА-М, 2019. - 129 с. - ISBN 978-5-16-107966-9. - URL <https://znanium.com/catalog/product/1039634> (дата обращения: 28.09.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.

### **8.2. Дополнительная литература**

- 1. Половинкин, Е. С.** Теория функций комплексного переменного: учебник / Е. С. Половинкин. - Москва: ИНФРА-М, 2020. - 254 с. - ( Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-013608-0. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1125614> (дата обращения: 28.09.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.

2. Свешников, А. Г. Теория функций комплексной переменной: учебник / А.Г. Свешников, А.Н. Тихонов, - 6-е изд. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 336 с.- ISBN 978-5-9221-0133-2. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/544573> (дата обращения: 28.09.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.

Организация самостоятельной работы студентов включает в себя ее содержание и виды. Рекомендации по организации самостоятельной работы выносит кафедра. Содержание самостоятельной работы должно быть отражено в рабочих планах преподавателей и доведено до сведения студентов. Преподаватель вправе вносить свои вопросы по организации самостоятельной работы в рамках тематического плана.

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

Виды учебных занятий	Организация деятельности студента
<b>Лекция</b>	Написание конспекта лекций: краткое, схематичное, последовательное фиксирование основных положений, выводов, формулировок, обобщений; выделение ключевых слов, терминов. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросы, терминов, материала, вызывающего трудности. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
<b>Практические занятия</b>	Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом.
<b>Контрольная работа/ индивидуальные задания</b>	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.
<b>Реферат</b>	Реферат: Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.
<b>Коллоквиум</b>	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.
<b>Самостоятельная работа</b>	Проработка учебного материала занятий лекционного и семинарского типа. Изучение нового материала до его изложения на занятиях. Поиск, изучение и презентация информации по заданной теме, анализ научных источников. Самостоятельное изучение отдельных вопросов тем дисциплины, не рассматриваемых на занятиях лекционного и семинарского типа. Подготовка к текущему контролю, к промежуточной аттестации.
<b>Подготовка к экзамену</b>	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.



## 10. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля)

### 10.1. Общесистемные требования

Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «КЧГУ»

<http://kchgu.ru> - адрес официального сайта университета

<https://do.kchgu.ru> - электронная информационно-образовательная среда КЧГУ

Электронно-библиотечные системы (электронные библиотеки)

Наименование документа с указанием реквизитов	Срок действия документа
Электронно-библиотечная система ООО «Знаниум». Договор № 915 от 12.05.2023.	с 12.05.2023 г по 15.05.2024 г.
Электронно-библиотечная система «Лань». Договор № СЭБ НВ-294 от 1 декабря 2020 года.	Бессрочный
Электронная библиотека КЧГУ (Э.Б.). Положение об ЭБ утверждено Ученым советом от 30.09.2015г. Протокол № 1. Электронный адрес: <a href="https://kchgu.ru/biblioteka">https://kchgu.ru/biblioteka</a> - kchgu/	Бессрочный
Электронно-библиотечные системы: Научная электронная библиотека «ELIBRARY.RU» - <a href="https://www.elibrary.ru">https://www.elibrary.ru</a> . Лицензионное соглашение №15646 от 01.08.2014г. Бесплатно.  Национальная электронная библиотека (НЭБ) – <a href="https://rusneb.ru">https://rusneb.ru</a> . Договор №101/НЭБ/1391 от 22.03.2016г. Бесплатно.  Электронный ресурс «Polred.com Обзор СМИ» – <a href="https://polpred.com">https://polpred.com</a> . Соглашение. Бесплатно.	Бессрочно

### 10.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

При необходимости для проведения занятий используется аудитория, оборудованная компьютером с доступом к сети Интернет с установленным на нем необходимым программным обеспечением и браузером, проектор (интерактивная доска) для демонстрации презентаций и мультимедийного материала.

В соответствии с содержанием практических (лабораторных) занятий при их проведении используется аудитория, рабочие места обучающихся в которой оснащены компьютерной техникой, имеют широкополосный доступ в сеть Интернет и программное обеспечение, соответствующее решаемым задачам.

Рабочие места для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети Интернет и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Занятия проходят в учебной аудитории № 28 для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

*Специализированная мебель:* столы ученические, стулья, стол преподавателя, доска меловая.

*Технические средства обучения:* персональный компьютер с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета, переносной проектор.

*Лицензионное программное обеспечение:*

- Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная
- Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная
- ABBY Fine Reader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная
- Calculate Linux (внесён в ЕРПП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная
- Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная
- Антивирус Касперского (Договор №56/2023 от 25.01.2023 г.) Действует до 03.03.2025 г

Рабочие места для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети Интернет и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

#### 1. Аудитория для самостоятельной работы студентов.

*Специализированная мебель:* столы ученические, стулья

*Технические средства обучения:* ноутбуки в количестве 3 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

*Лицензионное программное обеспечение:*

Microsoft Windows (Лицензия № 60290784. Срок действия лицензии: бессрочная);

Microsoft Office (Лицензия № 60127446. Срок действия лицензии: бессрочная);

Антивирус Касперского (Договор №56/2023 от 25.01.2023 г.) Действует до 03.03.2025 г.

(369200, Карачаево-Черкесская республика, г. Карачаевск, ул. Ленина, 29, учебно-лабораторный корпус, ауд. 507)

#### 2. Научный зал, 20 мест, 10 компьютеров

*Специализированная мебель:* столы ученические, стулья.

*Технические средства обучения:*

персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

*Лицензионное программное обеспечение:*

Microsoft Windows (Лицензия № 60290784, бессрочная),

Microsoft Office (Лицензия № 60127446, бессрочная),

Антивирус Касперского (Договор №56/2023 от 25.01.2023 г.) Действует до 03.03.2025 г.

(369200, Карачаево-Черкесская республика, г. Карачаевск, ул. Ленина, 29. Учебно-лабораторный корпус, каб.101)

#### 3. Читальный зал, 80 мест, 10 компьютеров.

*Специализированная мебель:* столы ученические, стулья.

*Технические средства обучения:*

Дисплей Брайля ALVA с программой экранного увеличителя MAGic Pro;

стационарный видеозумитель Clear View с монитором;

2 компьютерных роллера USB&PS/2; клавиатура с накладкой (ДЦП);

акустическая система свободного звукового поля Front Row to Go/\$;

персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

*Лицензионное программное обеспечение:*

Microsoft Windows (Лицензия № 60290784, бессрочная),  
Microsoft Office (Лицензия № 60127446, бессрочная),  
Антивирус Касперского (Договор №56/2023 от 25.01.2023 г.) Действует до 03.03.2025 г.  
(369200, Карачаево-Черкесская республика, г. Карачаевск, ул. Ленина, 29. Учебно-  
лабораторный корпус, каб.102а).

### ***10.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения***

1. Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная
2. Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная
3. ABBY Fine Reader (лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная
4. Calculate Linux (внесён в ЕРПП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная
5. Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная
6. Антивирус Касперского (Договор №56/2023 от 25.01.2023 г.) Действует до 03.03.2025 г.

### ***10.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы***

#### **Современные профессиональные базы данных**

1. Федеральный портал «Российское образование» - <https://edu.ru/documents/>
2. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (Единая коллекция ЦОР) – <http://school-collection.edu.ru/>
3. Базы данных Scopus издательства Elsevir  
- <http://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>.

#### **Информационные справочные системы**

1. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования - <http://fgosvo.ru>.
2. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР) – <http://edu.ru>.
3. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (Единая коллекция ЦОР) – <http://school-collection.edu.ru>.
4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (ИС «Единое окно») – <http://window.edu.ru>.
5. Информационная система «Информии».

## **11. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

В группах, в состав которых входят студенты с ОВЗ, в процессе проведения учебных занятий создается гибкая, вариативная организационно-методическая система обучения, адекватная образовательным потребностям данной категории обучающихся, которая позволяет не только обеспечить преемственность систем общего (инклюзивного) и высшего образования, но и будет способствовать формированию у них компетенций, предусмотренных ФГОС ВО, ускорит темпы профессионального становления, а также будет способствовать их социальной адаптации.

В процессе преподавания учебной дисциплины создается на каждом занятии толерантная социокультурная среда, необходимая для формирования у всех обучающихся гражданской, правовой и профессиональной позиции соучастия, готовности к полноценному общению, сотрудничеству, способности толерантно воспринимать

социальные, личностные и культурные различия, в том числе и характерные для обучающихся с ОВЗ.

Посредством совместной, индивидуальной и групповой работы формируется у всех обучающихся активная жизненная позиция и развитие способности жить в мире разных людей и идей, а также обеспечивается соблюдение обучающимися их прав и свобод и признание права другого человека, в том числе и обучающихся с ОВЗ на такие же права.

В группах, в состав которых входят обучающиеся с ОВЗ, в процессе учебных занятий используются технологии, направленные на диагностику уровня и темпов профессионального становления обучающихся с ОВЗ, а также технологии мониторинга степени успешности формирования у них компетенций, предусмотренных ФГОС ВО при изучении данной учебной дисциплины, используя с этой целью специальные оценочные материалы и формы проведения промежуточной и итоговой аттестации, специальные технические средства, предоставляя обучающимся с ОВЗ дополнительное время для подготовки ответов, привлекая тьютеров).

Материально-техническая база для реализации программы:

1. Мультимедийные средства:

- интерактивные доски «Smart Board», «Toshiba»;
- экраны проекционные на штативе 280\*120;
- мультимедиа-проекторы Epson, Benq, Mitsubishi, Aser.

2. Презентационное оборудование:

- радиосистемы AKG, Shure, Quik;
- видеоконфликты Microsoft, Logitech;
- микрофоны беспроводные;
- класс компьютерный мультимедийный на 21 мест;
- ноутбуки Aser, Toshiba, Asus, HP.

Наличие компьютерной техники и специального программного обеспечения: имеются рабочие места, оборудованные рельефно-точечными клавиатурами (шрифт Брайля), программное обеспечение NVDA с функцией синтезатора речи, видеоувеличителем, клавиатурой для лиц с ДЦП, роллером Распределение специализированного оборудования.

## 12. Лист регистрации изменений

Изменение	Дата и номер протокола ученого совета факультета/института, на котором были рассмотрены вопросы о необходимости внесения изменений	Дата и номер протокола ученого совета Университета, на котором были утверждены изменения в ОП	Дата введения изменений
Обновлен договор на предоставление доступа к Электронно-библиотечной системе ООО «Знаниум». Договор №179 ЭБС от 22.03.2022 г. (срок действия с 30.03.2022г. до 30.03.2023г.)		30.03.2022г., протокол №10	30.03.2022г.
Обновлены договоры: 1) Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025 г. (Договор №56/2023 от 25 января 2023 г.); 2) Договор №915 эбс ООО «Знаниум» от 12.05.2023 г. Действует до 15.05.2024 г.		29.06.2023 г., протокол №8	