

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**  
**Теория функций комплексного переменного**

*(наименование дисциплины (модуля))*

Направление подготовки

**44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)**

*(шифр, название направления)*

Направление подготовки

**44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)**

*(шифр, название направления)*

Направленность (профиль)

**Математика; информатика**

Квалификация выпускника

**бакалавр**

Форма обучения

**Очная, заочная**

Год начала подготовки

**2021**

Карачаевск, 2023

Составитель: *канд. физ.-мат. наук, доцент Мамчуев А.М.*

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.02. 2018г. №125, основной профессиональной образовательной программой высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), направленность (профиль): «Математика; информатика», локальными актами КЧГУ.

Рабочая программа обновлена и утверждена на заседании кафедры математического анализа на 2023-2024 учебный год

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 (модуля) 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. <i>Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)</i> .....	8
<b>Раздел 2. Интегралы.</b> .....	10
<b>Раздел 2. Интегралы.</b> .....	13
5.2. <i>Тематика и краткое содержание лабораторных занятий</i> .....	15
5.3. <i>Примерная тематика курсовых работ</i> .....	15
6. Образовательные технологии .....	15
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) .....	16
7.1. <i>Описание шкал оценивания сформированности компетенций</i> .....	16
7.2. <i>Типовые контрольные задания или иные учебно-методические материалы, необходимые для оценивания степени сформированности компетенций в процессе освоения учебной дисциплины</i> ..	23
7.2.1. <i>Типовые темы к письменным работам, докладам и выступлениям</i> .....	23
7.2.2. <i>Примерные вопросы к итоговой аттестации (экзамен)</i> .....	27
7.2.3. <i>Тестовые задания для проверки знаний студентов</i> .....	30
7.2.4. <i>Балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся</i> .....	38
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля). Информационное обеспечение образовательного процесса .....	39
8.1. <i>Основная литература</i> .....	39
8.2. <i>Дополнительная литература</i> .....	40
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) .....	40
10. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля) .....	41
10.1. <i>Общесистемные требования</i> .....	41
11. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья .....	43
12. Лист регистрации изменений .....	44

## 1. Наименование дисциплины (модуля):

### Теория функций комплексного переменного

Целью изучения дисциплины является:

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

Для достижения цели ставятся задачи:

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

Цели и задачи дисциплины определены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), направленность (профиль): «Математика; информатика», (квалификация – «бакалавр»).

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория функций комплексного переменного» (Б1.В.04) относится к части формируемой участниками образовательных отношений, блока Б1.

Дисциплина (модуль) изучается на 3 курсе в 6 семестре.

<b>МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО</b>	
Индекс	Б1.В.04
<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
Данная учебная дисциплина опирается на входные знания, умения и компетенции, полученные по дисциплинам: «Математический анализ», «Алгебра», «Геометрия», в объёме вузовской программы бакалавриата.	
<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	

Изучение дисциплины «Теория функций комплексного переменного» необходимо для успешного освоения дисциплин формирующих компетенции **УК-1, ПК-8.**

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

Процесс изучения дисциплины «Теория функций комплексного переменного» направлен на формирование следующих компетенций обучающегося:

Код компетенций	Содержание компетенции в соответствии с ФГОС ВО/ ОП ВО/ ООП	Индикаторы достижения компетенций	Декомпозиция компетенций (результаты обучения) в соответствии с установленными индикаторами
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<p>УК.Б-1.1 Анализирует задачу и её базовые составляющие в соответствии с заданными требованиями</p> <p>УК.Б-1.2 Осуществляет поиск информации, интерпретирует и ранжирует её для решения поставленной задачи по различным типам запросов</p> <p>УК.Б-1.3 При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения</p> <p>УК.Б-1.4 Выбирает методы и средства решения задачи и анализирует методологические проблемы, возникающие при решении задачи</p> <p>УК.Б-1.5 Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы предметной области: основные базовые определения и понятия теории функций комплексного переменного;</li> <li>- методы, идеи и принципы теории функций комплексного переменного;</li> <li>- культуру математического мышления, применяемых для решения поставленных творческих (исследовательских) задач.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решать задачи предметной области: выбирать метод и средства для решения конкретной типовой задачи, аргументировать свой выбор;</li> <li>- понимать связи между различными математическими объектами теории функций комплексного переменного,</li> <li>- обобщать, анализировать, воспринимать информацию, демонстрировать различные методы решения задачи и</li> </ul>

			<p>выбирать оптимальные методы имеющие применение в теории функций комплексного переменного.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками ориентировки в постановках задач и предлагать возможные варианты решения;</li> <li>- постановкой цели и выбором путей её достижения:</li> </ul> <p>математическим языком предметной области, корректно представлять знания в математической форме.</p>
<b>ПК-8</b>	Способен демонстрировать знание основных положений и концепций классических разделов математической науки (информатики) и применять их при реализации образовательного процесса	<p>ПК.Б-8.1. Владеет базовыми знаниями по основным разделам классической математики (информатики) и умеет их применять в своей профессиональной деятельности</p> <p>ПК.Б-8.2. Знает основные идеи и методы математики (информатики). Умеет использовать приобретенные знания и навыки в практической деятельности, для решения прикладных (исследовательских) задач, в том числе социально-экономических, физических, профессиональной деятельности</p> <p>ПК.Б-8.3. Владеет аксиоматическим методом, знает систему основных математических структур и может их применить в профессиональной деятельности</p> <p>ПК.Б-8.4. Понимает значение математической науки, ее методов для решения задач, возникающих в теории и практике; широту и в то же время ограниченность применения математических методов к анализу и исследованию процессов и явлений природе и обществе; способен применить это знание в своей педагогической</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные свойства аналитических функций:</li> <li>дифференцирование, интегрирование, разложения в ряды Тейлора и Лорана, теорию вычетов, основы теории операционного исчисления для применения в образовательном процессе;</li> <li>- постановку, возможности решения и реализацию задач на предметном уровне в области математического образования;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно получать новые систематизированные научные и профессиональные знания: работать с конспектами лекций, учебниками, учебно-методической, справочной литературой, другими источниками информации; воспринимать и осмысливать</li> </ul>

		<p>деятельности при реализации образовательного процесса.</p>	<p>информацию;  - применять полученные знания для решения учебных и исследовательских задач;  - самостоятельно получать знания для решения задач творческого характера, задач повышенной сложности;  <b>Владеть:</b>  - навыками обработки и интерпретации основных идей и методов теории функций комплексного переменного, для определения и решения исследовательских задач;  - навыками практического использования теории функций комплексного переменного при решении различных задач математического характера;  - навыками самостоятельного решения задач: выполнять творческие (исследовательские) проекты, применяя известные математические методы данной дисциплины в своей педагогической деятельности при реализации образовательного процесса.</p>
--	--	---	--

**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>144</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) *</b> (всего)	<b>64</b>	<b>12</b>
<b>Аудиторная работа (всего):</b>	<b>64</b>	<b>12</b>
в том числе:		
лекции	32	6
семинары, практические занятия	32	6
практикумы	Не предусмотрено	Не предусмотрено
лабораторные работы	Не предусмотрено	Не предусмотрено
<b>Внеаудиторная работа:</b>		
консультация перед экзаменом		
Внеаудиторная работа также включает индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, групповые, индивидуальные консультации и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, творческую работу (эссе), рефераты, контрольные работы и др.		
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>	<b>58</b>	<b>124</b>
<b>Контроль самостоятельной работы</b>	<b>22</b>	<b>8</b>
<b>Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет / экзамен)</b>	<b>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, тема дисциплины	Общая трудоемкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля
			Всего	Аудиторные уч. занятия		Сам. работа	Планируемые результаты обучения	
				Лек.	Пр.			
	<b>Раздел 1. Элементы теории функций комплексного переменного</b>	<b>64</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>28</b>		
1.	Тема: Основные свойства комплексных чисел. Тригонометрическая и показательная формы комплексного числа. Возведение в степень и извлечение корня. /Лз/	2	2				УК-1, ПК-8	Устный опрос



2.	Тема: Поле комплексных чисел. Расширенная плоскость комплексных чисел. Стереографическая проекция. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Реферат
3.	Тема: Комплексные числа, действия над ними. Модуль и аргумент. Тригонометрическая и показательная формы комплексного числа. /Пз/	4		2	2		УК-1, ПК-8	Типовые расчеты, тесты
4.	Тема: Формула Муавра. Корень из комплексного числа. Решение уравнений. /Пз/	2		2			УК-1, ПК-8	Типовые расчеты, тесты
5.	Тема: Функции комплексного переменного. Основные свойства. Трансцендентные функции комплексного переменного. /Лз/	2	2				УК-1, ПК-8	Устный опрос
6.	Тема: Множества комплексных чисел. Области. Кривые на плоскости. /Пз/	2		2			УК-1, ПК-8	Типовые расчеты, тесты
7.	Тема: Логарифмическая функция. Общая степенная функция. Вычисление. /Пз/	2		2			УК-1, ПК-8	Типовые расчеты, тесты
8.	Тема: Кривые на комплексной плоскости. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Реферат
9.	Тема: Предел и непрерывность функции комплексного переменного. /Лз/	2	2				УК-1, ПК-8	Устный опрос
10.	Тема: Функции комплексного переменного. Основные свойства. Решение задач и примеров. Вычисление пределов. Непрерывность, точки разрыва. /Пз/	2		2			УК-1, ПК-8	Типовые расчеты, тесты
11.	Тема: Производная функции комплексного переменного. Условия Коши-Римана. Понятие аналитической функции. Конформное отображение. /Лз/	4	2		2		УК-1, ПК-8	Устный опрос
12.	Тема: Геометрический и гидродинамический смысл производной. Конформное отображение в физических задачах и примерах. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Творческое задание
13.	Тема: Производная функции комплексного переменного. Дифференциал. Условия Коши-Римана. Геометрическая интерпретация модуля и аргумента производной комплексного переменного. /Пз/	2		2			УК-1, ПК-8	Типовые расчеты, тесты
14.	Тема: Гармонические функции. Сопряженные гармонические функции. Уравнение Лапласа. /Лз/	2	2				УК-1, ПК-8	Блиц-опрос
15.	Тема: Основные свойства линейной и дробно-линейной функций. Степенная функция и функция Жуковского. /Лз/	2	2				УК-1, ПК-8	Устный опрос
16.	Тема: Симметрия относительно окружности. Дробно-линейные функции и геометрические свойства их отображений. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Реферат

17.	Тема: Дробно-линейная функция. Отображения осуществляемые элементарными функциями. /Пз/	2		2			УК-1, ПК-8	Типовые расчеты
18.	Тема: Ветви многозначных функций. Точки ветвления. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Реферат
19.	Тема: Понятие римановой поверхности. Примеры многозначных аналитических функций. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Реферат
20.	Тема: Функциональные ряды. Степенные ряды, свойства. /Лз/	2	2				УК-1, ПК-8	Устный опрос
21.	Тема: Последовательности и ряды комплексных чисел. Дифференцирование степенных рядов. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Реферат
22.	Тема: Функциональные ряды. Степенные ряды. Признаки сходимости. Область и круг сходимости. /Пз/	4		2	2		УК-1, ПК-8	Типовые расчеты, тесты
	<b>Раздел 2. Интегралы. Ряды Тейлора и Лорана</b>	<b>38</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>16</b>		
23.	Тема: Интегрирование функций комплексного переменного. Теорема Коши. Теорема Коши для многосвязной области. /Лз/	4	2		2		УК-1, ПК-8	Устный опрос
24.	Тема: Интеграл типа Коши. Принцип максимума модуля аналитической функции. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Реферат
25.	Тема: Вычисление интегралов. Интегральная формула Коши. /Лз/	2	2				УК-1, ПК-8	Устный опрос
26.	Тема: Вычисление интегралов. Применение теоремы Коши к решению задач. Интегральная формула Коши. /Пз/	2		2			УК-1, ПК-8	Типовые расчеты, тесты
27.	Тема: Бесконечная дифференцируемость аналитической функции. Теорема Морера. /Ср/	2				2	УК-1, ПК-8	Блиц-опрос
28.	Тема: Неравенства Коши для коэффициентов степенного ряда. Теорема Лиувилля. Алгебраическая замкнутость поля комплексных чисел. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Реферат
29.	Тема: Теоремы Вейерштрасса о равномерно сходящихся рядах аналитических функций. /Ср/	2				2	УК-1, ПК-8	Реферат
30.	Тема: Ряд Тейлора. Нули аналитической функции. /Лз/	2	2				УК-1, ПК-8	Устный опрос
31.	Тема: Нули аналитической функции. Теорема единственности для аналитических функций. Аналитическое продолжение. /Ср/	4				2	УК-1, ПК-8	Типовые расчеты
32.	Тема: Разложение аналитической функции в ряд Тейлора. Почленное интегрирование и дифференцирование рядов. Радиус и круг сходимости. /Пз/	4		2	2		УК-1, ПК-8	Типовые расчеты, тесты

33.	Тема: Разложение аналитической функции в ряд Тейлора. Радиус и круг сходимости. Нули аналитической функции. /Пз/	2		2			УК-1, ПК-8	Типовые расчеты, тесты
34.	Тема: Ряд Лорана. Особые точки функции. /Лз/	2	2				УК-1, ПК-8	Устный опрос
35.	Тема: Разложение аналитической функции в ряд Лорана. Классификация изолированных особых точек однозначной функции. /Пз/	4		2	2		УК-1, ПК-8	Типовые расчеты, тесты
36.	Тема: Основная теорема высшей алгебры. /Ср/	2				2	УК-1, ПК-8	Реферат
	<b>Раздел 3. Вычеты и их приложения</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		
37.	Тема: Основные понятия теории вычетов. Вычет относительно полюса. /Лз/	2	2				УК-1, ПК-8	Устный опрос
38.	Тема: Вычеты аналитической функции, вычисление. /Пз/	4		2	2		УК-1, ПК-8	Типовые расчеты
39.	Тема: Применение теории вычетов к вычислению определённых интегралов. /Лз/	2	2				УК-1, ПК-8	Устный опрос
40.	Тема: Интегралы от многозначных функций. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Доклад с презентацией
41.	Тема: Вычеты аналитической функции. Применение теории вычетов к вычислению определённых интегралов. /Пз/	4		2	2		УК-1, ПК-8	Типовые расчеты, тесты
	<b>Раздел 4. Основные понятия и методы операционного исчисления</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>		
42.	Тема: Преобразование Лапласа и его свойства. Изображения элементарных функций. /Лз/	4	2		2		УК-1, ПК-8	Блиц-опрос
43.	Тема: Свойства преобразования Лапласа. /Ср/	2				2	УК-1, ПК-8	Реферат
44.	Тема: Преобразование Лапласа и его основные свойства. Изображение элементарных функций. /Пз/	2		2			УК-1, ПК-8	Типовые расчеты
45.	Тема: Обращение преобразования Лапласа. Формула Меллина. /Ср/	2				2	УК-1, ПК-8	Доклад с презентацией
46.	Тема: Приложения операционного исчисления. /Ср/	4			2	2	УК-1, ПК-8	Реферат
	<b>Раздел 5. Применения и приложения аналитических функций к решению различных задач</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>		
47.	Тема: Основные свойства гармонических функций. Интегральное представление гармонических функций. /Лз/	2	2				УК-1, ПК-8	Устный опрос
48.	Тема: Гармонические функции и их свойства. Задача Дирихле для круга и полуплоскости. /Ср/	2				2	УК-1, ПК-8	Доклад с презентацией
49.	Тема: Основные понятия теории плоского поля. /Лз/	2	2				УК-1, ПК-8	Устный опрос

50.	Тема: Соленоидальные и потенциальные поля. Комплексный потенциал в технике. /Ср/	2				2	УК-1, ПК-8	Реферат
51.	Тема: Приложения аналитических функций к различным задачам. /Пз/	4		2	2		УК-1, ПК-8	Типовые расчеты
	<b>ИТОГО:</b>	<b>144</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>22</b>	<b>58</b>		

**Для заочной формы**

№ п/п	Раздел, тема дисциплины	Общая трудоемкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)						
			Всего	Аудиторные уч. занятия		Конт роль	Сам. работа	Планируемые результаты обучения	Формы текущего контроля
				Лек.	Пр.				
	<b>Раздел I. Элементы теории функций комплексного переменного</b>	<b>68</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>58</b>			
1.	Тема: Основные свойства комплексных чисел. Тригонометрическая и показательная формы комплексного числа. Возведение в степень и извлечение корня. /Пз/	3	2		1		УК-1, ПК-8	Устный опрос	
2.	Тема: Поле комплексных чисел. Расширенная плоскость комплексных чисел. Стереографическая проекция. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Реферат	
3.	Тема: Комплексные числа, действия над ними. Модуль и аргумент. Тригонометрическая и показательная формы комплексного числа. Формула Муавра. Корень из комплексного числа. Решение уравнений. /Пз/	2		2			УК-1, ПК-8	Типовые расчеты, тесты	
4.	Тема: Функции комплексного переменного. Основные свойства. Трансцендентные функции комплексного переменного. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Доклад с презентацией	
5.	Тема: Множества комплексных чисел. Области. Кривые на комплексной плоскости. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Типовые расчеты, тесты	
6.	Тема: Логарифмическая функция. Общая степенная функция. Вычисление. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Реферат	
7.	Тема: Предел и непрерывность функции комплексного переменного. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Сообщение	
8.	Тема: Функции комплексного переменного. Основные свойства. Решение задач и примеров. Вычисление пределов. Непрерывность, точки разрыва. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Типовые расчеты, тесты	
9.	Тема: Производная функции комплексного переменного. Условия	2	2				УК-1, ПК-8	Устный опрос	

	Коши-Римана. Понятие аналитической функции. Конформное отображение. /Лз/							
10.	Тема: Геометрический и гидродинамический смысл производной. Конформное отображение в физических задачах и примерах. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Творческое задание
11.	Тема: Производная функции комплексного переменного. Дифференциал. Условия Коши-Римана. Геометрическая интерпретация модуля и аргумента производной комплексного переменного. /Пз/	3		2	1		УК-1, ПК-8	Типовые расчеты, тесты
12.	Тема: Гармонические функции. Сопряженные гармонические функции. Уравнение Лапласа. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Реферат
13.	Тема: Основные свойства линейной и дробно-линейной функций. Степенная функция и функция Жуковского. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Доклад с презентацией
14.	Тема: Симметрия относительно окружности. Дробно-линейные функции и геометрические свойства их отображений. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Реферат
15.	Тема: Дробно-линейная функция. Отображения осуществляемые элементарными функциями. Ветви многозначных функций. Точки ветвления. /Ср/	6				6	УК-1, ПК-8	Типовые расчеты
16.	Тема: Понятие римановой поверхности. Примеры многозначных аналитических функций. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Реферат
17.	Тема: Последовательности и ряды комплексных чисел. Дифференцирование степенных рядов. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Сообщение
18.	Тема: Функциональные ряды. Степенные ряды. Признаки сходимости. Область и круг сходимости. Вычисление. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Типовые расчеты, тесты
	<b>Раздел 2. Интегралы. Ряды Тейлора и Лорана</b>	<b>40</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>34</b>		
19.	Тема: Интегрирование функций комплексного переменного. Теорема Коши. Теорема Коши для многосвязной области. /Лз/	3	2		1		УК-1, ПК-8	Устный опрос
20.	Тема: Интеграл типа Коши. Принцип максимума модуля аналитической функции. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Реферат
21.	Тема: Вычисление интегралов. Интегральная формула Коши. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Типовые расчеты
22.	Тема: Вычисление интегралов. Применение теоремы Коши к решению задач. Интегральная формула Коши. /Пз/	2		2			УК-1, ПК-8	Типовые расчеты

23.	Тема: Бесконечная дифференцируемость аналитической функции. Теорема Морера. /Ср/	2				2	УК-1, ПК-8	Сообщение
24.	Тема: Неравенства Коши для коэффициентов степенного ряда. Теорема Лиувилля. Алгебраическая замкнутость поля комплексных чисел. /Ср/	5			1	4	УК-1, ПК-8	Реферат
25.	Тема: Теоремы Вейерштрасса о равномерно сходящихся рядах аналитических функций. /Ср/	2				2	УК-1, ПК-8	Сообщение
26.	Тема: Ряд Тейлора. Разложение аналитической функции в ряд Тейлора. Нули аналитической функции. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Устный опрос
27.	Тема: Теорема единственности для аналитических функций. Аналитическое продолжение. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Реферат
28.	Тема: Почленное интегрирование и дифференцирование рядов. Радиус и круг сходимости. Нули аналитической функции. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Реферат
29.	Тема: Ряд Лорана. Особые точки функции. Разложение аналитической функции в ряд Лорана. Классификация изолированных особых точек однозначной функции. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Типовые расчеты
30.	Тема: Основная теорема высшей алгебры. /Ср/	2				2	УК-1, ПК-8	Сообщение
	<b>Раздел 3. Вычеты и их приложения</b>	<b>16</b>			<b>2</b>	<b>14</b>		
31.	Тема: Основные понятия теории вычетов. Вычет относительно полюса. Вычеты аналитической функции, вычисление. /Ср/	5			1	4	УК-1, ПК-8	Реферат
32.	Тема: Применение теории вычетов к вычислению определённых интегралов. /Ср/	2				2	УК-1, ПК-8	Типовые расчеты
33.	Тема: Интегралы от многозначных функций. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Доклад с презентацией
34.	Тема: Вычеты аналитической функции. Применение теории вычетов к вычислению определённых интегралов. /Ср/	5			1	4	УК-1, ПК-8	Типовые расчеты
	<b>Раздел 4. Основные понятия и методы операционного исчисления</b>	<b>11</b>			<b>1</b>	<b>10</b>		
35.	Тема: Преобразование Лапласа и его свойства. Изображения элементарных функций. Свойства преобразования Лапласа. /Лз/	5			1	4	УК-1, ПК-8	Доклад с презентацией
36.	Тема: Обращение преобразования Лапласа. Формула Меллина. /Ср/	2				2	УК-1, ПК-8	Сообщение
37.	Тема: Приложения операционного исчисления. /Ср/	4				4	УК-1, ПК-8	Реферат
	<b>Раздел 5. Применения и приложения аналитических</b>	<b>9</b>			<b>1</b>	<b>8</b>		

	<i>функций к решению различных задач</i>							
38.	Тема: Основные свойства гармонических функций. Интегральное представление гармонических функций. /Ср/	2				2	УК-1, ПК-8	Доклад с презентацией
39.	Тема: Гармонические функции и их свойства. Задача Дирихле для круга и полуплоскости. /Ср/	2				2	УК-1, ПК-8	Реферат
40.	Тема: Основные понятия теории плоского поля. Соленоидальные и потенциальные поля. Комплексный потенциал в технике. /Ср/	2				2	УК-1, ПК-8	Доклад с презентацией
41.	Тема: Приложения аналитических функций к различным задачам. /Ср/	3			1	2	УК-1, ПК-8	Творческое задание
	<b>ИТОГО:</b>	<b>144</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>124</b>		

### **5.2. Тематика и краткое содержание 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. Описание шкал оценивания сформированности компетенций**

<b>Уровни</b>	<b>Индикаторы</b>	<b>Качественные критерии оценивания</b>
---------------	-------------------	---



сформированности компетенций		2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
<b>УК-1</b>					
Базовый	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы предметной области: основные базовые определения и понятия теории функций комплексного переменного;</li> <li>- методы, идеи и принципы теории функций комплексного переменного;</li> <li>- культуру математического мышления, применяемых для решения поставленных творческих (исследовательских) задач.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решать задачи предметной области: выбирать метод и средства для решения конкретной типовой задачи, аргументировать свой выбор;</li> <li>- методы, идеи и принципы теории функций комплексного переменного;</li> <li>- понимать связи между различными математическими объектами теории функций комплексного переменного,</li> <li>- обобщать, анализировать, воспринимать информацию,</li> </ul>	<p>Не знает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы предметной области: основные базовые определения и понятия теории функций комплексного переменного;</li> <li>- методы, идеи и принципы теории функций комплексного переменного;</li> <li>- культуру математического мышления, применяемых для решения поставленных творческих (исследовательских) задач.</li> </ul> <p>Не умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решать задачи предметной области: выбирать метод и средства для решения конкретной типовой задачи, аргументировать свой выбор;</li> <li>- методы, идеи и принципы теории функций комплексного переменного;</li> <li>- понимать связи между различными математическими объектами теории функций комплексного переменного,</li> <li>- обобщать, анализировать, воспринимать</li> </ul>	<p>В целом знает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы предметной области: основные базовые определения и понятия теории функций комплексного переменного;</li> <li>- методы, идеи и принципы теории функций комплексного переменного;</li> <li>- культуру математического мышления, применяемых для решения поставленных творческих (исследовательских) задач.</li> </ul> <p>В целом умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решать задачи предметной области: выбирать метод и средства для решения конкретной типовой задачи, аргументировать свой выбор;</li> <li>- методы, идеи и принципы теории функций комплексного переменного;</li> <li>- понимать связи между различными математическими объектами теории функций комплексного переменного,</li> <li>- обобщать, анализировать, воспринимать</li> </ul>	<p>Знает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы предметной области: основные базовые определения и понятия теории функций комплексного переменного;</li> <li>- методы, идеи и принципы теории функций комплексного переменного;</li> <li>- культуру математического мышления, применяемых для решения поставленных творческих (исследовательских) задач.</li> </ul> <p>Умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решать задачи предметной области: выбирать метод и средства для решения конкретной типовой задачи, аргументировать свой выбор;</li> <li>- методы, идеи и принципы теории функций комплексного переменного;</li> <li>- понимать связи между различными математическими объектами теории функций комплексного переменного,</li> <li>- обобщать, анализировать, воспринимать</li> </ul>	

	демонстрировать различные методы решения задачи и выбирать оптимальные методы имеющие применение в теории функций комплексного переменного.	информацию, демонстрировать различные методы решения задачи и выбирать оптимальные методы имеющие применение в теории функций комплексного переменного.	информацию, демонстрировать различные методы решения задачи и выбирать оптимальные методы имеющие применение в теории функций комплексного переменного.	информацию, демонстрировать различные методы решения задачи и выбирать оптимальные методы имеющие применение в теории функций комплексного переменного.	
	<b>Владеть:</b> - навыками ориентировки в постановках задач и предлагать возможные варианты решения; - постановкой цели и выбором путей её достижения: математическим языком предметной области, корректно представлять знания в математической форме.	Не владеет - навыками ориентировки в постановках задач и предлагать возможные варианты решения; - постановкой цели и выбором путей её достижения: математическим языком предметной области, корректно представлять знания в математической форме.	В целом владеет - навыками ориентировки в постановках задач и предлагать возможные варианты решения; - постановкой цели и выбором путей её достижения: математическим языком предметной области, корректно представлять знания в математической форме.	Владеет - навыками ориентировки в постановках задач и предлагать возможные варианты решения; - постановкой цели и выбором путей её достижения: математическим языком предметной области, корректно представлять знания в математической форме.	
Повышенный	<b>Знать:</b> - основы предметной области: основные базовые определения и понятия теории функций комплексного переменного; - методы, идеи и принципы теории функций комплексного переменного; - культуру математического мышления, применяемых для решения поставленных творческих (исследовательских) задач.				В полном объеме знает - основы предметной области: основные базовые определения и понятия теории функций комплексного переменного; - методы, идеи и принципы теории функций комплексного переменного; - культуру математического мышления, применяемых для решения поставленных творческих (исследовательских) задач.

<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решать задачи предметной области: выбирать метод и средства для решения конкретной типовой задачи, аргументировать свой выбор;</li> <li>- методы, идеи и принципы теории функций комплексного переменного;</li> <li>- понимать связи между различными математическими объектами теории функций комплексного переменного,</li> <li>- обобщать, анализировать, воспринимать информацию, демонстрировать различные методы решения задачи и выбирать оптимальные методы имеющие применение в теории функций комплексного переменного.</li> </ul>				<p>В полном объеме умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решать задачи предметной области: выбирать метод и средства для решения конкретной типовой задачи, аргументировать свой выбор;</li> <li>- методы, идеи и принципы теории функций комплексного переменного;</li> <li>- понимать связи между различными математическими объектами теории функций комплексного переменного,</li> <li>- обобщать, анализировать, воспринимать информацию, демонстрировать различные методы решения задачи и выбирать оптимальные методы имеющие применение в теории функций комплексного переменного.</li> </ul>
<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками ориентировки в постановках задач и предлагать возможные варианты решения;</li> <li>- постановкой цели и выбором путей её достижения: математическим языком предметной области, корректно представлять знания в математической форме.</li> </ul>				<p>В полном объеме владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками ориентировки в постановках задач и предлагать возможные варианты решения;</li> <li>- постановкой цели и выбором путей её достижения: математическим языком предметной области, корректно представлять знания в математической форме.</li> </ul>

Базовый	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные свойства аналитических функций: дифференцирование, интегрирование, разложения в ряды Тейлора и Лорана, теорию вычетов, основы теории операционного исчисления для применения в образовательном процессе;</li> <li>- постановку, возможности решения и реализацию задач на предметном уровне в области математического образования</li> </ul>	<p>Не знает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные свойства аналитических функций: дифференцирование, интегрирование, разложения в ряды Тейлора и Лорана, теорию вычетов, основы теории операционного исчисления для применения в образовательном процессе;</li> <li>- постановку, возможности решения и реализацию задач на предметном уровне в области математического образования</li> </ul>	<p>В целом знает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- свойства аналитических функций: дифференцирование, интегрирование, разложения в ряды Тейлора и Лорана, теорию вычетов, основы теории операционного исчисления для применения в образовательном процессе;</li> <li>- постановку, возможности решения и реализацию задач на предметном уровне в области математического образования</li> </ul>	<p>Знает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные свойства аналитических функций: дифференцирование, интегрирование, разложения в ряды Тейлора и Лорана, теорию вычетов, основы теории операционного исчисления для применения в образовательном процессе;</li> <li>- постановку, возможности решения и реализацию задач на предметном уровне в области математического образования</li> </ul>	
	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно получать новые систематизированные научные и профессиональные знания: работать с конспектами лекций, учебниками, учебно-методической, справочной литературой, другими источниками информации; воспринимать и осмысливать информацию;</li> <li>- применять полученные знания для решения учебных и исследовательских задач;</li> <li>- самостоятельно получать знания для решения задач творческого характера, задач повышенной</li> </ul>	<p>Не умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно получать новые систематизированные научные и профессиональные знания: работать с конспектами лекций, учебниками, учебно-методической, справочной литературой, другими источниками информации; воспринимать и осмысливать информацию;</li> <li>- применять полученные знания для решения учебных и исследовательских задач;</li> <li>- самостоятельно получать знания для решения задач творческого характера, задач</li> </ul>	<p>В целом умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно получать новые систематизированные научные и профессиональные знания: работать с конспектами лекций, учебниками, учебно-методической, справочной литературой, другими источниками информации; воспринимать и осмысливать информацию;</li> <li>- применять полученные знания для решения учебных и исследовательских задач;</li> <li>- самостоятельно получать знания для решения задач творческого характера, задач</li> </ul>	<p>Умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно получать новые систематизированные научные и профессиональные знания: работать с конспектами лекций, учебниками, учебно-методической, справочной литературой, другими источниками информации; воспринимать и осмысливать информацию;</li> <li>- применять полученные знания для решения учебных и исследовательских задач;</li> <li>- самостоятельно получать знания для решения задач творческого характера, задач</li> </ul>	

	сложности	повышенной сложности	повышенной сложности	повышенной сложности	
	<p><b>Владеть:</b> - навыками обработки и интерпретации основных идей и методов теории функций комплексного переменного, для определения и решения исследовательских задач;</p> <p>- навыками практического использования теории функций комплексного переменного при решении различных задач математического характера;</p> <p>- навыками самостоятельного решения задач: выполнять творческие (исследовательские) проекты, применяя известные математические методы данной дисциплины в своей педагогической деятельности при реализации образовательного процесса.</p>	<p>Не владеет</p> <p>- навыками обработки и интерпретации основных идей и методов теории функций комплексного переменного, для определения и решения исследовательских задач;</p> <p>- навыками практического использования теории функций комплексного переменного при решении различных задач математического характера;</p> <p>- навыками самостоятельного решения задач: выполнять творческие (исследовательские) проекты, применяя известные математические методы данной дисциплины в своей педагогической деятельности при реализации образовательного процесса.</p>	<p>В целом владеет</p> <p>- навыками обработки и интерпретации основных идей и методов теории функций комплексного переменного, для определения и решения исследовательских задач;</p> <p>- навыками практического использования теории функций комплексного переменного при решении различных задач математического характера;</p> <p>- навыками самостоятельного решения задач: выполнять творческие (исследовательские) проекты, применяя известные математические методы данной дисциплины в своей педагогической деятельности при реализации образовательного процесса.</p>	<p>Владеет</p> <p>- навыками обработки и интерпретации основных идей и методов теории функций действительного переменного, для определения и решения исследовательских задач;</p> <p>- навыками практического использования теории функций действительного переменного при решении различных задач математического характера;</p> <p>- навыками самостоятельного решения задач: выполнять творческие (исследовательские) проекты, применяя известные математические методы данной дисциплины в своей педагогической деятельности при реализации образовательного процесса.</p>	
Повышенный	<p><b>Знать:</b> - основные свойства аналитических функций: дифференцирование, интегрирование, разложения в ряды Тейлора и Лорана, теорию вычетов, основы теории операционного</p>				<p>В полном объеме знает</p> <p>- основные свойства аналитических функций: дифференцирование, интегрирование, разложения в ряды Тейлора и Лорана, теорию вычетов, основы теории</p>

<p>исчисления для применения в образовательном процессе;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- постановку, возможности решения и реализацию задач на предметном уровне в области математического образования</li> </ul>				<p>операционного исчисления для применения в образовательном процессе;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- постановку, возможности решения и реализацию задач на предметном уровне в области математического образования</li> </ul>
<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно получать новые систематизированные научные и профессиональные знания: работать с конспектами лекций, учебниками, учебно-методической, справочной литературой, другими источниками информации; воспринимать и осмысливать информацию;</li> <li>- применять полученные знания для решения учебных и исследовательских задач;</li> <li>- самостоятельно получать знания для решения задач творческого характера, задач повышенной сложности</li> </ul>				<p>В полном объеме умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно получать новые систематизированные научные и профессиональные знания: работать с конспектами лекций, учебниками, учебно-методической, справочной литературой, другими источниками информации; воспринимать и осмысливать информацию;</li> <li>- применять полученные знания для решения учебных и исследовательских задач;</li> <li>- самостоятельно получать знания для решения задач творческого характера, задач повышенной сложности</li> </ul>
<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками обработки и интерпретации основных идей и методов теории функций комплексного переменного, для определения и</li> </ul>				<p>В полном объеме владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками обработки и интерпретации основных идей и методов теории функций комплексного переменного, для</li> </ul>

<p>решения исследовательских задач; - навыками практического использования теории функций комплексного переменного при решении различных задач математического характера; - навыками самостоятельного решения задач: выполнять творческие (исследовательские) проекты, применяя известные математические методы данной дисциплины в своей педагогической деятельности при реализации образовательного процесса.</p>				<p>определения и решения исследовательских задач; - навыками практического использования теории функций комплексного переменного при решении различных задач математического характера; - навыками самостоятельного решения задач: выполнять творческие (исследовательские) проекты, применяя известные математические методы данной дисциплины в своей педагогической деятельности при реализации образовательного процесса.</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 функций комплексного переменного**

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. Опишите метод конформных отображений в физических задачах.
39. Дайте определение логарифма в комплексной области.
40. Как выражается логарифм комплексного числа через его модуль и аргумент?
41. Задаёт ли соотношение  $\omega = Lnz$  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 ряды Тейлора и Лорана

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 удаленной 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 определенных 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. Основные понятия и методы операционного исчисления**

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

### **Раздел 5. Применения и приложения аналитических функций к решению различных 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?

#### **Критерии оценки доклада, сообщения, реферата:**

Отметка «отлично» за письменную работу, реферат, сообщение ставится, если изложенный в докладе материал:

- отличается глубиной и содержательностью, соответствует заявленной теме;
- четко структурирован, с выделением основных моментов;
- доклад сделан кратко, четко, с выделением основных данных;
- на вопросы по теме доклада получены полные исчерпывающие ответы.

Отметка «хорошо» ставится, если изложенный в докладе материал:

- характеризуется достаточным содержательным уровнем, но отличается недостаточной структурированностью;
- доклад длинный, не вполне четкий;
- на вопросы по теме доклада получены полные исчерпывающие ответы только после наводящих вопросов, или не на все вопросы.

Отметка «удовлетворительно» ставится, если изложенный в докладе материал:

- не достаточно раскрыт, носит фрагментарный характер, слабо структурирован;
- докладчик слабо ориентируется в излагаемом материале;
- на вопросы по теме доклада не были получены ответы или они не были правильными.

Отметка «неудовлетворительно» ставится, если:

- доклад не сделан;
- докладчик не ориентируется в излагаемом материале;
- на вопросы по выполненной работе не были получены ответы или они не были правильными.

### 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:  $\operatorname{Res} s \frac{1}{z^8 - z^5}$ .

### 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 равномерном 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. Неопределенный 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  $z = x + iy; x - const; y \in (-\infty, +\infty)$

#### 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  
«Теория функций комплексного переменного»:**

✓ 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 (УК-1, ПК-8)** Установить соответствие:

- |                      |                                 |
|----------------------|---------------------------------|
| 1. $\frac{1-i}{1+i}$ | а) $-i$                         |
| 2. $\frac{1+i}{i}$   | б) $1-i$                        |
| 3. $\frac{i}{1+i}$   | в) $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}i$ |

*Правильные варианты ответа:* 1-а, 2-б, 3-в.

**2. Задание № 2 (УК-1, ПК-8)** Модуль, равный  $\sqrt{3}$ , имеют комплексные числа...

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

3. **Задание № 3** (УК-1, ПК-8) Модуль комплексного числа  $-\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}i$  равен...

Правильный вариант ответа: 1.

4. **Задание № 4** (УК-1, ПК-8) 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)  $\sqrt{2} \left( \cos \frac{3\pi}{4} + i \sin \frac{3\pi}{4} \right)$

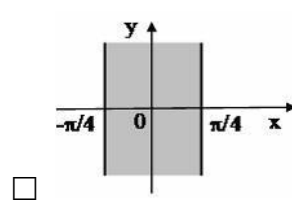
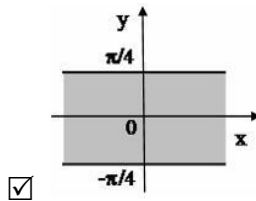
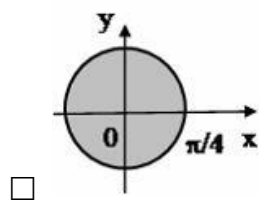
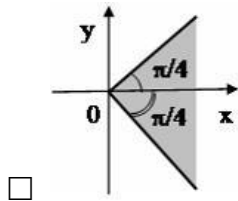
г)  $\sqrt{2} \left( \cos \frac{\pi}{4} + i \sin \frac{3\pi}{4} \right)$

Правильные варианты ответа: 1-а, 2-б, 3-в.

5. **Задание № 5** (УК-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** (УК-1, ПК-8) Если  $z = x + iy$ , то множество точек комплексной плоскости, заданных условием  $|\operatorname{Im} z| \leq \frac{\pi}{4}$ , имеет вид...



7. **Задание № 7** (УК-1, ПК-8) 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  $\text{Im} z > -\frac{1}{2}$

Правильные варианты ответа: 1-а, 2-б, 3-в.

**8. Задание №8 (УК-1, ПК-8)** 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 $x=-1$                          |

Правильные варианты ответа: 1-а, 2-б, 3-в.

**9. Задание №9 (УК-1, ПК-8)** Какое комплексное число задано выражением  $e^{-i\pi}$ .

Правильный вариант ответа: -1.

**10. Задание №10 (УК-1, ПК-8)** Значения корня  $\sqrt{3-4i}$ , равны...

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

**11. Задание №11 (УК-1, ПК-8)** Предел последовательности  $z_n = \frac{n^2+3i}{n^2-2i}$ , равен...

Правильный вариант ответа: 1.

**12. Задание №12 (УК-1, ПК-8)** Исследовать на сходимость ряд:  $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{1+i}{1-i}\right)^n$ .

Правильный вариант ответа: расходится.

**13. Задание №13 (УК-1, ПК-8)** Исследовать на сходимость ряд:  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(1+i)^n n}{2^n}$ .

Правильный вариант ответа: сходится абсолютно.

**14. Задание №14 (УК-1, ПК-8)** Какая линия на плоскости задается уравнением:

$$z = t + it^2, (-\infty < t < \infty)$$

- парабола    окружность    эллипс    гиперболо

**15. Задание №15 (УК-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 (УК-1, ПК-8)** В каких точках комплексной плоскости функция

$$w = z|z|^2, \text{ имеет производную...}$$

Правильный вариант ответа: 0.



17. Задание №17 (УК-1, ПК-8) Значение выражения:  $\operatorname{Ln} \frac{1+i}{\sqrt{2}}$ , равно...

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

18. Задание № 18 (УК-1, ПК-8) 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. $\operatorname{arg} e^{1+i}$ | г) 1          |

Правильные варианты ответа: 1-а, 2-б, 3-в, 4- г.

19. Задание № 19 (УК-1, ПК-8) Значение  $(-1)^i$ , равно...

- 1
   $e^{-(\pi+2\pi k)}; k \in \mathbb{Z}$ 
  $e^{(\pi+2\pi k)}; k \in \mathbb{Z}$ 
  $e^{i(\pi+2\pi k)}; k \in \mathbb{Z}$

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

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

21. Задание № 21 (УК-1, ПК-8) 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 (УК-1, ПК-8) 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 (УК-1, ПК-8) 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 (УК-1, ПК-8) Функция:  $x^2 + iy^2$ , дифференцируема в точках...

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

25. Задание № 25 (УК-1, ПК-8) Радиус сходимости степенного ряда:  $\sum_{n=1}^{\infty} (-2)^n \frac{z^{2n}}{n^2}$ , равен...

Правильный вариант ответа: 0,5 .

26. Задание № 26 (УК-1, ПК-8) 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 (УК-1, ПК-8) 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 (ПК-8) Действительная и мнимая части аналитической функции являются..... функциями.

Правильный вариант ответа: гармоническими; гармонические.

29. Задание № 29 (УК-1, ПК-8) Соответствие образов указанных линий плоскости ( $z$ ) на плоскости ( $w$ ), при отображении посредством функции:  $w = e^z$ .

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

2.  $z = x + iy$ ;  $y - const$ ;  $x \in (-\infty, +\infty)$ - 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:  $\arg w = x$

Правильные варианты ответа: 1-а, 2-б.

30. Задание № 30 (УК-1, ПК-8) Точки комплексной плоскости, в которых функция  $f(z) = \cos x + i \sin y$ , имеет производную есть...

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

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

### Тест III

#### Интеграл. Ряды аналитических функций.

**31. Задание № 31 (ПК-8)** Интеграл  $\int_C \frac{\sin z}{\left(z - \frac{\pi}{3}\right)^3} dz$ , где  $C$  – окружность  $|z - i| = 4$ , равен...

$-\frac{\sqrt{3}}{2}\pi i$      $\frac{1}{2}\pi$      $\frac{\sqrt{3}}{2}\pi$      $-\frac{1}{2}\pi i$

**32. Задание №32 (ПК-8)** Соответствие интеграла:  $\int_C \frac{dz}{z^2 + 1}$ , и его значений, где  $C$  – соответствующие окружности

- |                        |           |
|------------------------|-----------|
| 1. $ z  = \frac{1}{2}$ | а) 0      |
| 2. $ z - i  = 1$       | б) $\pi$  |
| 3. $ z + i  = 1$       | в) $-\pi$ |
|                        | г) 1      |

Правильные варианты ответа: 1-а, 2-б, 3-в.

**33. Задание № 33 (ПК-8)** Интеграл:  $\int_C |z| dz$ , где  $C$  – прямолинейный отрезок, соединяющий точки: -1 и 1, равен...

Правильный вариант ответа: 1 .

**34. Задание № 34 (УК-1, ПК-8)** Разложение в ряд Тейлора по степеням:  $z - z_0$ , где  $z_0$  - заданное число, функцию:  $\frac{1}{z + 4}$ ;  $z_0 = -1$ , имеет вид:

$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n (z - 1)^n}{3^n}$      $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(z - 1)^n}{3^n}$      $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n (z + 1)^n}{3^{n+1}}$

**35. Задание № 35 (УК-1, ПК-8)** Соответствие изолированных особых точек однозначной функции  $f(z)$ - аналитической в окрестности точки  $z_0$ , кроме самой точки, при разложении в ряд Лорана:

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 1. $z_0$ - устранимая особая точка  | а) В разложении отсутствуют слагаемые с отрицательными степенями                  |
| 2. $z_0$ - полюс                    | б) В разложении имеется конечное число отрицательных степеней                     |
| 3. $z_0$ - существенно особая точка | в) В разложении содержится бесконечное число слагаемых с отрицательными степенями |
|                                     | г) В разложении содержится бесконечное число слагаемых с положительными степенями |
|                                     | д) В разложении содержится конечное число слагаемых с положительными степенями    |

Правильные варианты ответа: 1-а, 2-б, 3-в.

36. Задание № 36 (УК-1, ПК-8) Вычет функции  $\operatorname{tg} z$ , в точках  $z_n = \left(\frac{2k+1}{2}\right)\pi; k \in Z$ , равен...

Правильный вариант ответа: -1.

37. Задание № 37 (ПК-8) Интеграл:  $\int_{|z|=5} \operatorname{tg} z dz$ ; равен...

$-8\pi i$    $\pi i$    $\frac{1}{2}\pi i$    $-\frac{1}{2}\pi i$

38. Задание № 38 (ПК-8) Интеграл:  $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dx}{1+x^2}$ ; равен...

$-2$    $\pi$    $\frac{1}{2}\pi$    $-\frac{1}{2}i$

39. Задание № 39 (УК-1, ПК-8) Соответствие изолированных особых точек функций:

1.  $z e^{\frac{1}{z}}$  а)  $z = 0$  - существенно особая точка

2.  $\frac{1 - \cos z}{z^2}$  б)  $z = 0$  - устранимая особая точка

3.  $\frac{\cos z}{z^2}$  в)  $z = 0$  - полюс II - порядка

г)  $z = 0$  - полюс I - порядка

Правильные варианты ответа: 1-а, 2-б, 3-в.

40. Задание № 40 (УК-1, ПК-8) Разложение в ряд Лорана функции:  $\frac{1}{z(1-z)}$ ; в кольце  $0 < |z| < 1$ , имеет вид:

$\sum_{n=0}^{\infty} z^n$    $\sum_{n=-\infty}^{\infty} z^n$    $\sum_{n=-1}^{\infty} z^n$

41. Задание № 41 (УК-1, ПК-8) Степенной ряд:  $\sum_{n=0}^{\infty} c_n (z - z_0)^n$ ; изображает ..... функцию  $f(z)$ , сходящуюся в окрестности точки  $z_0$ .

Правильный вариант ответа: аналитическую; аналитическая.

42. Задание № 42 (УК-1, ПК-8) При разложении функции  $f(z)$  в степенной ряд:  $\sum_{n=0}^{\infty} c_n (z - z_0)^n$ ; коэффициенты  $c_n$ , вычисляются по формуле:

$c_n = \frac{f'(0)}{n!}$ 
  $c_n = \frac{f^n(0)}{n!}$ 
  $c_n = \frac{f^n(z_0)}{n!}$ 
  $c_n = f^n(0)$

**43. Задание № 43 (УК-1, ПК-8)** Если  $f(z)$ - однозначная аналитическая в области  $G$ , то интеграл от этой функции  $f(z)$ , взятый вдоль любого замкнутого контура лежащего в области  $G$ , равен...

Правильный вариант ответа: 0.

**44. Задание № 44 (УК-1, ПК-8)** Разложение в степенной ряд функции:  $\frac{1}{(1-z)^2}$ ; имеет вид:

$\sum_{n=0}^{\infty} (n+1)z^n; |z| < 2$ 
  $\sum_{n=0}^{\infty} z^n; |z| < 1$ 
  $\sum_{n=0}^{\infty} (n+1)z^n; |z| < 1$ 
  $\sum_{n=0}^{\infty} z^n; |z-1| < 1$

**45. Задание № 45 (ПК-8)** Интеграл:  $\int_C (2z + \bar{z} + i) dz$ , где  $C$  – дуга параболы  $y = x^2$ , соединяющая точки: 0 и  $1+i$ , равен...

$10i$ 
  $1+i$ 
  $i$ 
  $\frac{10}{3}i$

**Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний**

*Ключи к тестовым заданиям.*

Задания № вопроса в тесте	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1	a			a			a	a		+				+				a				+	
2	b			b			b	b										b	+		+		
3	v	+		v	+	+	v	v										v					
4		+													+		+	z		+			
Задания № вопроса в тесте	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
1	+	+					a	+	+	a			a		+		a						
2				+	+		b			b			b			+	b				+		
3										v		+	v				v	+					+
4																							+

**Шкала оценивания** (за правильный ответ дается 1 балл)

«неудовлетворительно» – 50% и менее

«удовлетворительно» – 51-80%

«хорошо» – 81-90%

«отлично» – 91-100%

**Критерии оценки тестового материала по дисциплине**

**«Теория функций комплексного переменного»:**

✓ 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 объеме; имеются незначительные методические недочеты и дидактические ошибки. Продемонстрировано 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	0/2	1/3	1/2	2/3	1/1	3/2	2/1	3/1	2/0	Соответствие отметки коэффициенту
-------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----------------------------------

лекционных и практических занятий										
Коэффициент соответствия балльных показателей традиционной отметке	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»
	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. Волковысский Л.И., Лунц Г.Л., Араманович И.Г. Сборник задач по теории функций комплексного переменного. М.: Физматлит, 2014.
2. Коган, Е. А. Теория функций комплексной переменной и операционное исчисление: учебное пособие / Е. А. Коган, Г. С. Жукова. - Москва : ИНФРА-М, 2020. - 180 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-015816-7. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1058889> (дата обращения: 28.09.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
3. 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> (дата обращения: 28.09.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
4. Привалов, И. И. Введение в теорию функций комплексного переменного: учебник для вузов / И. И. Привалов. - Москва: Издательство Юрайт, 2019. - 402 с. - ISBN 978-5-534-01450-1. URL: - <https://urait.ru/bcode/444949> (дата обращения: 15.10.2020). - Текст: электронный.
5. 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.

## 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. 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.
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.
4. Титов, К. В. Функции комплексной переменной, ряды и операционное исчисление: Компьютерные технологии решения задач и примеров в Wolfram Mathematica: учебное пособие / К.В. Титов, Н.Д. Горелов. — Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2019. — (Высшее образование). — 238 с. - ISBN 978-5-369-01677-0. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1021442> (дата обращения: 28.09.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.

## 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)

Учебный год	Наименование документа с указанием реквизитов	Срок действия документа
2023 / 2024 учебный год	Договор № 915 ЭБС ООО «Знаниум» от 12.05.2023г.	Действует до 15.05.2024 г.
	Электронно-библиотечная система «Лань». Договор № СЭБ НВ-294 от 1 декабря 2020 года.	Бессрочный
2023 / 2024 учебный год	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> - <a href="https://kchgu.ru/">kchgu/</a>	Бессрочный
2023 / 2024 учебный год	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 № 13.

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Для проведения конференций.

*Специализированная мебель:* столы, стулья, доска меловая.

*Технические средства обучения:* Мультимедийный комплекс: переносной ноутбук с подключением к сети «Интернет» и выходом в ЭИОС вуза, звуковые колонки, проектор с настенным экраном.

*Лицензионное программное обеспечение:*

Microsoft Windows (лицензия № 60290784, бессрочная),

Microsoft Office (лицензия № 60127446, бессрочная),

Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025г. (Договор № 56/2023 от 25 января 2023г.)

Занятия проходят в учебной аудитории № 28.

2. Учебная аудитория 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, стулья, доска, таблицы.

*Технические средства обучения:* Мультимедийный комплекс: переносной ноутбук с подключением к сети «Интернет» и выходом в ЭИОС вуза, звуковые колонки, проектор.

*Лицензионное программное обеспечение:*

Microsoft Windows (лицензия № 60290784, бессрочная),

Microsoft Office (лицензия № 60127446, бессрочная),

Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025г. (Договор № 56/2023 от 25 января 2023г.)

2. Студенческий читальный зал на 80 мест (10 компьютеризированы с подключением к сети Интернет);

4. Научный зал на 20 мест, 10 из которых оборудованы компьютерами.

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

1. ABBY FineReader (лицензия №FCRP-1100-1002-3937), бессрочная.

2. Calculate Linux (внесён в ЕРПП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная.

3. GNU Image Manipulation Program (GIMP) (лицензия: №GNU GPLv3), бессрочная.

4. Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная.

5. Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025г. (Договор № 56/2023 от 25 января 2023г.)

6. Microsoft Office (лицензия №60127446), бессрочная.

7. Microsoft Windows (лицензия №60290784), бессрочная.

### ***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 «Информо».

## **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 тьюторов).

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	Дата и номер протокола ученого совета Университета, на котором были утверждены изменения в ОПОП	Дата введения изменения

	<b>изменений ОПОП</b>	<b>в</b>	
Переутверждение ОПОП ВО. Обновление рабочих программ дисциплин, рабочих программ практик, рабочей программы ГИА, календарного учебного графика.	29.06.2020г., протокол № 10		02.07.2020 г., протокол № 7 02.07.2020 г.
В связи со вступлением в силу приказа Минобрнауки России и Минпросвещения России от 5 августа 2020 г. №885/390 «О практической подготовке обучающихся» (дата вступления в силу 22.09.2020 г.) 1.Включить названный приказ в перечень нормативных правовых актов, перечисленных в ОПОП в разделе 1.2.Нормативно-правовая база; 2.В ОПОП в разделе 1.2.Нормативно-правовая заменить фразу: «Приказ Минобрнауки России от 27.11.2015 г. №1383 «Об утверждении Положения о практике обучающихся, осваивающих основные профессиональные образовательные программы высшего образования» на след. текст: Приказ Минобрнауки России от 27.11.2015 г.№ 1383 «Об утверждении Положения о практике обучающихся, осваивающих основные профессиональные образовательные программы высшего образования» - до признания утратившим силу приказом Минобрнауки России и Минпросвещения России от 05 августа 2020 года №885/390».	01.12.2020г., протокол № 4		03.12.2020 г., протокол № 2 03.12.2020г.
Обновление договора на использование комплектов лицензионного программного обеспечения: оказание услуг по продлению лицензий на антивирусное программное обеспечение. Kaspersky Endpoint Security (номер лицензии 280E-210210-093403-420-2061). 2021-2023 годы.	23.03.2021г., протокол № 7		Решение ученого совета КЧГУ от 31 марта 2021г., протокол № 6 31.03.2021г.
Обновление договоров на предоставление доступа к электронно-библиотечным системам: Электронно-библиотечная система ООО «Знаниум». Договор № 5184 ЭБС от 25.03.2021г. (срок действия с 30.03.2021 по 30.03.2022г.) Электронно-библиотечная система «Лань». Договор №СЭБ НВ-294 от 01.12.2020г. Бессрочный.	29.03.2021г., протокол № 7		Решение ученого совета КЧГУ от 31 марта 2021г., протокол № 6 31.03.2021г.
Переутверждение ОПОП ВО. Обновление РПД, РПП, программы ГИА, календарного графика учебного процесса. В связи с изменениями (в Федеральный закон об образовании в РФ от 29.12.2012г № 273-ФЗ) от 31.07.2020г №304 по вопросам воспитания обучающихся, в ОПОП размещены рабочая	28.06.2021г., протокол № 10		Решение Ученого совета от 30.06.2021г., протокол № 8 30.06.2021 г.

программа воспитания и календарный план воспитательной работы.			
Обновление договора на предоставление доступа к электронно-библиотечным системам: Электронно-библиотечная система ООО «Знаниум». Договор № 179 ЭБС от 22.03.2022г. (срок действия с 30.03.2022 по 30.03.2023г.)	29. 03.2022 г., протокол № 7	Решение Ученого совета КЧГУ от 30 марта 2022г., протокол №10	30.03.2022 г.
1. В связи со вступлением в силу Приказа Минобрнауки России № 245 от 06.04.2021 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам магистратуры» с 1 сентября 2022 г. включить названный приказ в перечень нормативных правовых актов. 2. Переутверждение ОП ВО. Обновление РПД, РПП, программы ГИА, календарного графика учебного процесса	28.06.2022г., протокол № 10	Решение Ученого совета КЧГУ от 29 июня 2022г., протокол №13	29.06.2022 г.
Обновлены договоры на предоставление доступа к электронно-библиотечным системам: Электронно-библиотечная система ООО «Знаниум». Договор № 5184 ЭБС от 25.03.2021г. (срок действия с 30.03.2021 по 30.03.2022г.), Электронно-библиотечная система «Лань». Договор №СЭБ НВ-294 от 01.12.2020г. Бессрочный.			
Переутверждена ОП ВО. Обновлены РПД, РПП, программы ГИА, календарный график учебного процесса. Обновлены договоры: 1. Антивирус Касперского. Действует до 03.03.2025г. (Договор № 56/2023 от 25 января 2023г.). 2. Договор № 915 ЭБС ООО «Знаниум» от 12.05.2023г. Действует до 15.05.2024г.)		29.06.2023 г., протокол № 8	29.06.2023 г.
Обновлены договоры на предоставление доступа к электронно-библиотечным системам: Электронно-библиотечная система ООО «Знаниум». Договор № 5184 ЭБС от 25.03.2021г. (срок действия с 30.03.2021 по 30.03.2022г.), Электронно-библиотечная система «Лань». Договор №СЭБ НВ-294 от 01.12.2020г. Бессрочный.			

Решение кафедры математического анализа: В РПД учтены