

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА «Математический анализ»

СОГЛАСОВАНА

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы
факультета

Декан физико-математического

_____/проф. И.А.Танкиев

_____/Б.С. Кульбужев

от «27» февраля 2025г.

от «14» марта 2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.05 Теория функции комплексного переменного

Направление подготовки

44.03.01. Педагогическое образование

Направленность (профиль подготовки)

Математика

Квалификация выпускника

БАКАЛАВР

Форма обучения

Очная

Магас, 2025г

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: обучение фундаментальным теоретическим знаниям математических методов теории функций комплексного переменного, составляющих базовую основу ряда математических дисциплин, и способностям их практического использования в решении прикладных задач, возникающих в процессе профессиональной педагогической деятельности.

Задачи дисциплины:

- формирование профессионально важных компетенций бакалавра для осуществления будущей профессиональной деятельности в рамках и средствами, изучаемой теории аналитических функций;
- овладение теоретическими знаниями, составляющих основное содержание математических методов решения основных классов задач теории функций комплексного переменного;
- расширение систематизированных знаний фундаментальных основ математического анализа на комплексную область для обеспечения возможности их использования при решении прикладных задач математики;
- актуализация межпредметных знаний, способствующих пониманию особенностей применения общей методологии теории функций комплексного переменного в решении задач повышенной сложности школьного курса алгебры и классического математического анализа;
- обеспечение условий для осознания необходимости и важности применения математических методов теории функций комплексного переменного в решении в различных формах учебной и проектно-исследовательской профессиональной деятельности

Перечень профессиональных стандартов, обобщенных трудовых функций и трудовых функций, соответствующих профессиональной деятельности выпускников

Код и наименование профессионального стандарта	Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
	Код	наименование	Уровень квалификации	наименование	код	Уровень (подуровень) квалификации
01.001 «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, Начального общего, основного общего, среднего общего образования)»	А	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации образовательного процесса в образовательных организациях дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования	6	Общепедагогическая функция. Обучение	А/01.6	6
			6	Воспитательная деятельность	А/02.6	6
			6	Развивающая деятельность	А/03.6	6
	В	Педагогическая	5-6	Педагогическая	В/01.5	5

(воспитатель, учитель)»		деятельность по проектированию и реализации основных общеобразовательных программ		деятельность по реализации программ дошкольного образования		
			5-6	Педагогическая деятельность по реализации программ начального общего образования	В/02.6	6

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория функций комплексного переменного» относится к обязательной части программы бакалавриата.

Для освоения учебного материала по дисциплине используются знания, умения, навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин «Алгебра», «Математический анализ», «Геометрия».

Знания, умения, навыки, сформированные в процессе изучения дисциплины необходимы для освоения следующих дисциплин: «Приложения математического анализа», «Решение математических задач повышенной сложности», «Дифференциальные уравнения», «Компьютерное моделирование», а также для прохождения учебной и производственной практик, подготовки к государственной итоговой аттестации.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
УК-6 Самоорганизация и саморазвитие (в т.ч. здоровье сбережение)	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	<p>УК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей;</p> <p>УК-6.2. Определяет приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста;</p> <p>УК-6.3. Оценивает требования рынка труда и предложения образовательных услуг для выстраивания траектории собственного профессионального роста;</p> <p>УК – 6.4. Строит профессиональную карьеру и определяет стратегию профессионального развития.</p>
Профессиональные компетенции		
ПК-6	Способен применять специальные предметные знания при реализации образовательного процесса	<p>ПК.-6.1. Ориентируется в закономерностях, принципах и уровнях формирования и реализации содержания образования в области физики и информатики; структуру, состав и дидактические единицы содержания школьного предмета «математика» и «информатика»</p> <p>ПК.-6.2. Применяет специальные знания в области математики и информатики в образовательном процессе</p> <p>ПК -6.3. Производит отбор вариативного содержания</p>

		учебного предмета с учетом взаимосвязи урочной и внеурочной форм обучения математике и информатике
--	--	--

4. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (72 часа), включая промежуточную аттестацию.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры			
				5		
Контактные часы	Всего:	72		72		
	Лекции (Лек)	36		36		
	Практические занятия (в т.ч. семинары) (Пр/Сем)	36		36		
	Лабораторные занятия (Лаб)					
	Индивидуальные занятия (ИЗ)					
Промежуточная аттестация	Экзамен (КПА)					
	Консультация к экзамену (Конс)					
	Курсовая работа (Кр)					
Самостоятельная работа студентов, в т.ч. с использованием электронного обучения (СР)						
Подготовка к экзамену (Контроль)						
Вид промежуточной аттестации		экзамен		экзамен		
Общая трудоемкость (по плану)		72		72		

5. Содержание дисциплины по разделам (темам) и видам занятий

Наименование раздела (темы) дисциплины	Лекции	Практические занятия (в т.ч. семинары)	Лабораторные занятия	СРС	Всего	Планируемые результаты обучения	Формы текущего контроля
Семестр 5							
Тема 1. Комплексные числа. Алгебраическая и тригонометрическая формы записи комплексных чисел. Геометрическая интерпретация комплексных чисел. Алгебраические действия над комплексными числами. Множества чисел на комплексной плоскости.	2	4			10	ПК-6 УК-6	Тест, контрольная работа
Тема 2. Функции комплексного	4	4			14		

переменного. Основные понятия и определение функции комплексного переменного. Предел и непрерывность функции комплексного. Элементарные функции комплексного переменного и их свойства:						ПК-6 УК-6	Тест, контроль ная работа
Тема 3. Дифференцирование функций комплексного переменного Производная функции комплексного переменного и ее геометрический смысл. Условия Коши-Римана. Понятие и свойства аналитической функции.	4	6			16	ПК-6 УК-6	Тест, контроль ная работа
Тема 4. Интегрирование функций комплексного переменного Определение и основные свойства интеграла от функции комплексного переменного. Методы вычисления интегралов от функции комплексного переменного. Теорема Коши. Интегральная формула Коши и ее модификация для производных аналитических функций.	6	6			18	ПК-6 УК-6	Тест, контроль ная работа
Тема 5. Ряды аналитических функций. Числовые, функциональные, степенные ряды и их сходимости. Ряды Тейлора и Лорана. Правильные и особые точки аналитических функций. Классификация изолированных особых точек однозначной аналитической функции.	2	4			10	ПК-6 УК-6	Тест, контроль ная работа
Тема 6. Теория вычетов Понятие вычета аналитической функции и методы из нахождения. относительно ее особых точек. Основная теорема о вычетах. Вычисление с помощью вычетов контурных интегралов.	4	8			20	ПК-6 УК-6	Тест, контроль ная работа
Форма промежуточной аттестации (экзамен)					0,5		Билеты, тест
Консультация к экзамену					2		
Подготовка к экзамену					17,5		
Всего за семестр:	36	36			72		

Планы проведения учебных занятий отражены в методических материалах (Приложение 1.).

6. Контроль качества освоения дисциплины

Контроль качества освоения учебного материала по дисциплине проводится в форме текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в соответствии с «Положением о формах, периодичности и порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ГБОУ ВО ИнГУ», «Положением о рейтинговой системе учета учебных достижений студентов в ГБОУ ВО ИнГУ».

Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений требованиям образовательной программы используются оценочные материалы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестаций (Приложение 2).

Уровень сформированности компетенции			
не сформирована	сформирована частично	сформирована в целом	сформирована полностью
«Не зачтено»	«Зачтено»		
«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Описание критериев оценивания			
<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - существенные пробелы в знаниях учебного материала; - допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; - непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета; - отсутствие умения выполнять практические задания, предусмотренные программой дисциплины; - отсутствие готовности (способности) к дискуссии и низкая контактности. 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знания теоретического материала; - неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; - неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы; - недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины; - умение без грубых ошибок решать практические задания. 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - твердые знания теоретического материала. - способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; - правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы; - умение решать практические задания, которые следует выполнить; - владение основной литературой, рекомендованной программой дисциплины; <p>Возможны незначительные</p>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; - полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий в рамках обсуждаемых заданий; - способность устанавливать и объяснять связь практики и теории; - логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора; - умение решать практические задания; - наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемым

		неточности в раскрытии отдельных положений вопросов билета, присутствует неуверенность в ответах на дополнительные вопросы.	вопросам; - свободное использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы.
--	--	---	--

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Учебно-методическое обеспечение дисциплины включает рабочую программу дисциплины, методические материалы, оценочные материалы.

Полный комплект методических документов размещен на ЭИОС ГБОУ ВО ИнГГУ.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся включает: учебники, учебные пособия, электронные образовательные ресурсы, методические материалы.

Самостоятельная работа обучающихся является формой организации образовательного процесса по дисциплине и включает следующие виды: поиск (подбор) и обзор научной и учебной литературы, электронных источников информации по изучаемой теме; работа с конспектом лекций, составление плана и тезисов ответа; подготовка сообщения (доклада, реферата, эссе); выполнение индивидуальных заданий; подготовка к практическим, подготовка к экзамену.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

1. Чаплыгин, В.Ф. Элементы теории функций комплексного переменного и операционного исчисления метод. указания /— Ярославль : ЯрГУ, 2006. — 52 с. — Текст : электронный // ЭБС Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ» [сайт]. — URL: <https://rucont.ru/efd/200082>
2. Острая, О. В. Теория функций комплексного переменного : учебное пособие / О. В. Острая. — Оренбург : ГОУ ОГУ, 2008. — 112 с. — Текст : электронный // ЭБС Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ» [сайт]. — URL: <https://rucont.ru/efd/193263>
3. Конечная, Н. Н. Теория функций комплексного переменного : учебное пособие / Н. Н. Конечная, Т. А. Сафонова, О. Н. Троицкая. — [Б. м.] : [Б. и.], 2015. — 112 с. — Текст : электронный // ЭБС Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ» [сайт]. — URL: <https://rucont.ru/efd/654644>

Дополнительная литература:

1. Бушков, С.В. Элементы теории функций комплексного переменного : учеб. пособие / Л. В. Коломиец, С. В. Бушков. — Самара : Издательство СГАУ, 2006. — 68 с. — Текст : электронный // ЭБС Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ» [сайт]. — URL: <https://rucont.ru/efd/176208>
2. Ткаченко, С. В. Основные определения и теоремы теории функций комплексного переменного : учеб. пособие / С. В. Ткаченко. — Липецк: Изд-во Липецкого государственного технического университета, 2019. — 80 с. — Текст : электронный // ЭБС Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ» [сайт]. — URL: <https://rucont.ru/efd/695254>
3. Ткаченко, С.В. Задания для мониторинга знаний студентов по теории функций комплексного переменного : учебное пособие / С. В. Ткаченко, И. А. Седых, О. А. Митина. — Липецк : ЛГТУ, 2016. — 49 с. — Текст : электронный // ЭБС Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ» [сайт]. — URL: <https://rucont.ru/efd/638512>

Периодические издания:

1. Математика в высшем образовании // ЭБС «ЛАНЬ». – Режим доступа: https://e.lanbook.com/journal/2368#journal_name.
2. Математика в школе. – 2008-2017. - № 1-10
3. Квант. – Режим доступа: <http://www.kvant.info/old.htm>
4. Инновационные образовательные технологии. – Режим доступа: <http://iedtech.ru/journal/>
5. Приложение математики в экономических и технических исследованиях // ЭБС «ЛАНЬ». – Режим доступа: https://e.lanbook.com/journal/2395#journal_name.

Интернет-ресурсы:

ЭБС

1. ЭБС «Национальный цифровой ресурс «Руконт». <https://rucont.ru/>
2. ЭБС «Лань». <https://e.lanbook.com/>
3. Национальная электронная библиотека (НЭБ). <https://нэб.рф>
4. ЭБС «Юрайт» <https://biblio-online.ru/>
5. ЭБС «Айбукс.ру.» <https://ibooks.ru/home.php?routine=bookshelf>
6. ЭБС Бук он лайм. <http://book-online.com.ua/>

ЭОР

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам. <http://window.edu.ru/catalog/>
2. Словари и энциклопедии. <https://dic.academic.ru/>
3. Педагогическая мастерская «Первое сентября». <https://fond.1sept.ru/>
4. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. http://fcior.edu.ru/catalog/srednee_obshee
5. Сайт Единой коллекции цифровых образовательных ресурсов. <http://school-collection.edu.ru/>
6. Научная электронная библиотека eLibrary.ru. <https://elibrary.ru/>
7. «Научная электронная библиотека «Киберленинка». <https://cyberleninka.ru/>
8. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. Ресурсы открытого доступа. <http://www.gpntb.ru/elektronnye-resursy-udalennogo-dostupa/1874-1024.html>.
9. Единая цифровая коллекция первоисточников научных работ удостоверенного качества «Научный архив». <https://научныйархив.рф>
10. Электронная база данных Университетская информационная система Россия (УИС РОССИЯ)
11. Библиотека академии наук (БАН). Ресурсы открытого доступа. http://www.ras.ru/e_resours/resursy_otkrytogo_dostupa.php

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Занятия, текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по дисциплине проводятся в учебных аудиториях, укомплектованных типовой мебелью для обучающихся и преподавателя, техническими и мультимедийными средствами обучения, включенными в локальную сеть вуза и с доступом к информационным ресурсам сети Интернет.

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

Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение:

1. Пакет программного обеспечения общего назначения Microsoft Office (MS Word, MS Microsoft Excel, MS PowerPoint).
2. Adobe Acrobat Reader.
3. Браузер (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome, Opera и др.).
4. Программа тестирования Айрен.

Рабочая программа дисциплины **Теория функций комплексного переменного** составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование Математика Профессор кафедры «Математический анализ», к.ф.-м.н. Султыгов Магомет Джабраилович

Программа одобрена на заседании кафедры «Математический анализ»
Протокол №6 от «27» февраля 2025г

Программа одобрена Учебно-методическим советом физико-математического факультета
Протокол № 7 от «13» марта 2025 г.

Оценочные материалы по дисциплине «Теория функций комплексного переменного (ТФКП)»

1. Оценочные материалы для текущего контроля

1.1. Тестовые материалы Тема

«Комплексные числа»

1. Определите действительную и мнимую части комплексного числа

$$z = 2 + 3i$$

1. $\operatorname{Re} z = x = 2 \quad \operatorname{Im} z = y = 3$

2. $\operatorname{Re} z = x = 5 \quad \operatorname{Im} z = y = 1$

3. $\operatorname{Re} z = x = 2 \quad \operatorname{Im} z = y = -3$

2. Определите действительную и мнимую части комплексного числа

$$z = 5i$$

1. $\operatorname{Re} z = x = -2 \quad \operatorname{Im} z = y = 5$

2. $\operatorname{Re} z = x = 0 \quad \operatorname{Im} z = y = 5$

3. $\operatorname{Re} z = x = -2 \quad \operatorname{Im} z = y = -5$

3. Определите модуль и аргумент комплексного числа $z = -1 + i\sqrt{3}$

1. $|z| = 2, \varphi = -\frac{\pi}{3}$

2. $|z| = 1, \varphi = -\frac{2}{3}\pi$

3. $|z| = 2, \varphi = -\frac{\pi}{3}$

4. Указать тригонометрическую форму записи комплексного числа $z = 2 - 2i$

1. $z = 2(\cos \frac{1}{2}\pi + i\sin \frac{1}{2}\pi)$

2. $z = 2(\cos \frac{1}{4}\pi + i\sin \frac{1}{4}\pi)$

3. $z = 2(\cos \frac{4}{3}\pi - i\sin \frac{4}{3}\pi)$

5. Если $z_1 = 2$ и $z_2 = 2(\cos \frac{4}{3}\pi + i\sin \frac{4}{3}\pi)$, то их сумма $z = z_1 + z_2$ равна

1. $z = 4 + 2i$

2. $z = 2 + 4i$

3. $z = 4 + 2i$

6. Вычислить $(2 - 2i)^7$

1. 2^{12}

2. 4^{12}

3. 2^{-12}

7. Определить все значения корня $\sqrt[6]{i}$

1. $z_k = \cos \frac{\pi}{2} + i\sin \frac{\pi}{2}, k = 0, 1, \dots, 5$

2. $z_k = \cos \frac{\pi}{2} + i\sin \frac{\pi}{2}, k = 0, 1, \dots, 6$

3. $z_k = \cos \frac{\pi}{5} + i\sin \frac{\pi}{5}, k = 0, 1, \dots, 6$

8. Найти действительные решения уравнения:

$$(3x + i)(2 + i) + (x - iy)1 + (1 + 2i) = 6 + i$$

1. 17
2. 0,25
3. $\frac{20}{17}$

9. Проверить справедливость тождества: $\overline{z_1 + z_2} = \overline{z_1} + \overline{z_2}$.

1. да
2. нет

10. Определить корни уравнения: $z^2 + 2z + 2 = 0$

1. $z_1 = 1 + i$; $z_2 = 1 - i$
2. $z_1 = 2 + i$; $z_2 = 2 - i$
3. $z_1 = -1 + i$; $z_2 = -1 - i$

11. Определить тригонометрическую форму записи комплексного числа $z = -1 - i\sqrt{3}$

1. $-1 - i\sqrt{3} = 2 [\cos(-\frac{2\pi}{3}) + i \sin(-\frac{2\pi}{3})]$.
2. $-1 - i\sqrt{3} = 2 [\cos(-\frac{4\pi}{3}) + i \sin(-\frac{4\pi}{3})]$
3. $-1 - i\sqrt{3} = 4 [\cos(-\frac{2\pi}{3}) + i \sin(-\frac{2\pi}{3})]$.

12. Определить какое множество точек на комплексной плоскости задано условием:

$$|z - 2i| \leq 3,$$

1. круг радиуса $R=3$ с центром в точке $z_0 = 2$
2. окружность радиуса $R=3$ с центром в точке $z_0 = 2$
3. круг радиуса $R=2$ с центром в точке $z_0 = 3$

13. Определить какое множество точек на комплексной плоскости задано условием

$$1 < |z - 2i| \leq 3,$$

1. кольцо, ограниченное двумя окружностями $R = 1$ и $R = 2$ с центром $z_0 = 1$, включая окружность радиуса $R = 2$
2. кольцо, ограниченное двумя окружностями $R = 1$ и $R = 2$ с центром $z_0 = 1$
3. кольцо, ограниченное двумя окружностями $R = 2$ и $R = 3$ с центром $z_0 = 1$

14. Определить какое множество точек на комплексной плоскости задано условием

$$-\frac{\pi}{2} < \arg z < \frac{\pi}{2}$$

1. сектор, ограниченный двумя лучами $\arg z = \frac{\pi}{2}$ и $\arg z = -\frac{\pi}{2}$, выходящими из начала координат.

2. кольцо, ограниченное двумя окружностями

3. два луча $\arg z = \frac{\pi}{2}$ и $\arg z = -\frac{\pi}{2}$,

15. Определить множество точек на комплексной плоскости, которое задается условием $\operatorname{Im}(z - i) \geq 2$.

1. множество всех точек комплексной плоскости, которые лежат выше прямой $y = 3$
2. множество всех точек комплексной плоскости, лежащих на прямой $y = 3$
3. множество всех точек комплексной плоскости, которые лежат ниже прямой $y = 3$

Тема «Дифференцируемость функции комплексного переменного»

16. Определить действительную и мнимую части функции $W = z^3 - iz$.

1. $U = x^3 - 3xy^2 - y$; $V = 3x^2y - y^3 - x$
2. $U = 3x^3 - xy^2 - y$; $V = x^2y - 3y^3 - x$
3. $U = x^3 + 3xy^2 - y$; $V = 3x^2y + y^3 - x$

17. Установить является ли множество точек, заданное на комплексной плоскости соотношением $|z - 3 + 2i| \leq 2$, областью

1. да
2. нет

18. Определить является ли аналитической функция $W = ze^z$

1. да

2. нет

19. Определить выполняются ли условия Коши-Римана для функции

$$W = z^3 - 3z - i$$

1. да

2. нет

20. Определить существует ли для функции $W = e^{iz^2}$ производная

1. да

2. нет

21. Определить является ли для аналитической функции $f(z) = U(x; y) + i V(x; y)$ функция $U(x; y) = x^3 - 3xy + 1$ ее действительной частью

1. да

2. нет

22. Определить выполняются ли для функции $W = 2z^2 - iz$ условия Коши-Римана

1. да

2. нет

23. Определить является ли для аналитической функции $f(z) = U(x; y) + i V(x; y)$ функция $V(x; y) = 2xy + y$ ее мнимой частью

1. да

2. нет

24. Определить является ли аналитической функция $W = f(z) = z\bar{z}$

1. да

2. нет

25. Определить является ли дифференцируемой функция $W = f(z) = z^2\bar{z}$

1. да

2. нет

26. Определить выполняются ли условия Коши-Римана для функции

$$W = f(z) = |z| \operatorname{Re} \bar{z}$$

1. да

2. нет

28. Определить является ли аналитической функция $W = f(z) = \sin 3z - i$;

1. да

2. нет

29. Определить выполняются ли условия Коши-Римана для функции

$$W = f(z) = |z| \operatorname{Im} z;$$

1. да

2. нет

30. Определить является ли дифференцируемой функция $W = f(z) = ze^z$;

1. да

2. нет

31. Определить является ли функция $W = f(z) = \bar{z} \operatorname{Im} z$ аналитической

1. да

2. нет

32. Проверить выполняются ли для функции $W = f(z) = z \operatorname{Re} \bar{z}$ условия Коши-Римана

1. да
2. нет

33. Определить существует ли для функции $W = f(z) = |z|z$ производная

1. да
2. нет

34. Определить может ли быть функция $V(x; y) = 2xy + y$ быть мнимой частью аналитической функции $f(z) = U(x; y) + i V(x; y)$

1. да
2. нет

35. Определить может ли быть функция $U(x; y) = 2e^x \cos y$ действительной частью аналитической функции $f(z) = U(x; y) + i V(x; y)$

1. да
2. нет

36. Определить является ли множество точек комплексной плоскости, заданное соотношением $|z - 2i| \leq 5$ областью

1. да
2. нет.

Тема «Интегрирование функций комплексного переменного»

37. Вычислить интеграл $\int_C (1 + i - 2z) d\bar{z}$ по прямой линии, соединяющей точки $z_1 = 0$

и $z_2 = 1 + i$,

1. 4
2. $1 - i$,
3. -4

38. Вычислить интеграл $\int_C (1 + i - 2\bar{z}) dz$ по параболе $y = x^2$, соединяющей точки $z_1 = 0$ и $z_2 = 1 + i$,

1. 2
2. $2+i$
3. $2-i$

39. . Установить применима ли формула Коши для вычисления интеграла

$$\oint_L \frac{e^z}{z - 5} dz, \quad \text{где линия интегрирования } L: |z| = 4$$

1. да
2. нет

40. Вычислить, применяя интегральную теорему Коши, интеграл

$$\oint_L \frac{e^z}{z - i5} dz, \quad \text{где линия интегрирования } L: |z| = 4$$

1. 1,5
2. 0
3. 0,5

41. . Установить применима ли формула Коши для вычисления интеграла

$$\oint_L \frac{dz}{z(z^2 + 1)}, \quad \text{где } L: |z| = \frac{1}{2}$$

1. да

2. нет

42. . Вычислить с помощью теоремы о вычетах интеграл

$$\oint_L \frac{\sin iz}{z(z + 2i)} dz, \quad \text{где } L: |z| = 1$$

1. 0

2. 1,5

3. 1

43. Укажите при каком условии $\int_L f(z) dz$ от пути интегрирования

1. подынтегральная функция $f(z)$ непрерывна

2. подынтегральная функция $f(z)$ аналитическая

3. линия интегрирования L кривая.

44. . Вычислить, применяя интегральную формулу Коши, интеграл

$$\oint_L \frac{\sin iz}{z^2 - 4} dz, \quad \text{где } L: |z| = \frac{1}{2}$$

1. 4

2. 0

3. 1,5

45. Укажите условие, при котором интеграл $\int f(z) dz$ от функции комплексного переменного $f(z)$ не зависит от пути интегрирования

1. подынтегральная функция $f(z)$ непрерывна

2. подынтегральная функция $f(z)$ аналитическая

3. линия интегрирования L кривая.

Тема 5. Ряды аналитических функций. $\cos 7z - 1$

46. Определить характер особой точки $z_0 = 0$ для функции: $f(z) = \frac{\cos 7z - 1}{z^3}$

1. существенно особая изолированная точка

2. полюс

3. устранимая особая точка

47. Определить характер особой точки $z_0 = 2$ для функции $f(z) = \frac{chz}{z^2(z-3)}$

1. существенно особая изолированная точка

2. полюс

3. устранимая особая точка

48. Определить характер особой точки $z_0 = 1$ для функции $f(z) = \frac{z^2 + 1}{(z-1)^2}$

1. существенно особая изолированная точка

2. полюс

3. устранимая особая точка

49 Укажите верное утверждение: изолированная особая точка z_0 является для функции $f(z)$ устранимой особой точкой если

1. существует конечный предел функции $f(z)$ в точке z_0 ;
 2. существует бесконечный предел функции $f(z)$ в точке z_0
 3. не существует предела (ни конечного, ни бесконечного) функции $f(z)$ в точке z_0
50. Укажите верное утверждение: изолированная особая точка z_0 является для функции $f(z)$ *существенно особой точкой* если
1. существует конечный предел функции $f(z)$ в точке z_0 ;
 2. существует бесконечный предел функции $f(z)$ в точке z_0
 3. не существует предела (ни конечного, ни бесконечного) функции $f(z)$ в точке z_0
51. Укажите верное утверждение: изолированная особая точка z_0 является для функции $f(z)$ *полюсом* если
1. существует конечный предел функции $f(z)$ в точке z_0 ;
 2. существует бесконечный предел функции $f(z)$ в точке z_0
 3. не существует предела (ни конечного, ни бесконечного) функции $f(z)$ в точке z_0
52. Укажите верное утверждение: изолированная особая точка z_0 является для функции $f(z)$ *устранимой особой точкой* если
1. существует конечный предел функции $f(z)$ в точке z_0 ;
 2. существует бесконечный предел функции $f(z)$ в точке z_0
 3. не существует предела (ни конечного, ни бесконечного) функции $f(z)$ в точке z_0
53. Укажите верное утверждение: изолированная особая точка z_0 является для функции $f(z)$ *существенно особой точкой* если
1. существует конечный предел функции $f(z)$ в точке z_0 ;
 2. существует бесконечный предел функции $f(z)$ в точке z_0
 3. не существует предела (ни конечного, ни бесконечного) функции $f(z)$ в точке z_0
54. Укажите верное утверждение: изолированная особая точка z_0 является для функции $f(z)$ *полюсом* если
1. существует конечный предел функции $f(z)$ в точке z_0 ;
 2. существует бесконечный предел функции $f(z)$ в точке z_0
 3. не существует предела (ни конечного, ни бесконечного) функции $f(z)$ в точке z_0
54. Установить применима ли формула Коши для вычисления интеграла

$$\int_{|z-1|=\frac{1}{2}} \frac{e^{\frac{1}{z}}}{z^2 + z} dz.$$

1. да
2. нет.

Тема «Теория вычетов».

55. Укажите формулы для нахождения вычета функции $f(z)$ в точке z_0 :

1. Вычет равен коэффициенту при минус первой степени в лорановском разложении функции $f(z)$ в окрестности точки $z = z_0$: $\text{res}f(z_0) = c_{-1}$
 2. вычет равен числу, определяемому равенством: $\text{res}f(z_0) = \frac{1}{2\pi i} \oint_{\gamma} f(z) dz$.
- =

56. Верно ли утверждение, что вычет функции $f(z)$ в относительно устранимой изолированной точке z_0 равен нулю.
1. да
 2. нет

57. Вычислить, используя интегральную формулу Коши, интеграл

$$\oint_L \frac{e^z dz}{z + 1}, \text{ где } L: |z| = 2$$

1. 0
2. 1
3. -1,5

$$= 1 \text{ для функции } f(z) = \frac{z^{2+1}}{(z-1)^2(z^2+4)}$$

58. Определить характер особой точки z_0

1. существенно особая изолированная точка
2. полюс
3. устранимая особая точка.

59. Установить применима теорема Коши о вычетах для вычисления интеграла

$$\int_{|z|=1} \frac{\operatorname{tg} z}{ze^{z+2}} dz$$

1. да
2. нет

60. Установить применима ли теорема Коши о вычетах для вычисления интеграла

$$\int_{|z-1|=2} \frac{e^z}{z^2 + z} dz.$$

1. да
2. нет.

61. Установить применима ли теорема Коши о вычетах для вычисления интеграла

$$\int_{|z|=1} \frac{e^z \cos \pi z}{z^2 + 2z} dz$$

Критерии оценки

Текущая аттестация путем тестирования производится в сроки, установленные вузом по завершению темы учебной дисциплины. Оценка «отлично» выставляется при выполнении 90% тестовых заданий, «хорошо» - при выполнении 80% тестовых заданий и «удовлетворительно» - при выполнении 60% тестовых заданий.

1.2. Вопросы для собеседования

Тема 1. «Комплексные числа».

1. Дайте определение комплексного числа.

2. Что называется действительной и мнимой частями комплексного числа?
3. Сформулируйте понятие модуля и аргумента комплексного числа?
4. Запишите формулы для определения модуля и аргумента комплексного числа
5. Сформулируйте понятие мнимой единицы.
6. Запишите тригонометрическую форму комплексного числа.
7. Сформулируйте правило нахождения суммы и разности комплексных чисел.
8. Сформулируйте правило произведения комплексных чисел.
9. Сформулируйте правило нахождения частного комплексных чисел.
10. В каком случае два комплексных числа называются равными.
11. Сформулируйте правило равенства двух комплексных чисел.
12. Запишите формулу Муавра.
13. Какова геометрическая интерпретация комплексных чисел?
14. Опишите метод возведения в степень комплексных чисел.
15. Опишите метод извлечения корня n -ой степени из комплексных чисел.
16. В каком случае два комплексных числа называются сопряженными.
17. По каким правилам производятся арифметические действия над комплексными числами.
18. Сформулируйте понятие последовательности комплексных чисел.
19. Сформулируйте определение предела последовательности комплексных чисел.
20. Сформулируйте определение ограниченной последовательности комплексных чисел.
21. Дайте определение расширенной комплексной плоскости.
22. Сформулируйте понятие области в комплексной плоскости.
23. Сформулируйте определение односвязной плоскости.
24. Сформулируйте определение замкнутой комплексной плоскости.
25. Сформулируйте определение многосвязной комплексной области.
26. Сформулируйте определение внутренней точки комплексной плоскости.
27. Сформулируйте понятие бесконечно удаленной точки комплексной плоскости.

Тема 2. «Функции комплексного переменного».

1. Дайте определение функции комплексного аргумента.
2. Какова геометрическая интерпретация функции комплексного аргумента.
3. Дайте определение степенной функции комплексного аргумента и опишите ее свойства.
4. Дайте определение показательной функции комплексного переменного и опишите ее свойства.
5. Запишите формулы Эйлера.
6. Дайте определение логарифмической функции комплексного переменного и сформулируйте ее свойства.
7. Дайте определение тригонометрических функций комплексного переменного и сформулируйте их свойства.
8. Дайте определение гиперболических функций комплексного переменного и сформулируйте их свойства.
9. Дайте определение обратных гиперболических функций комплексного переменного и сформулируйте их свойства.

10. Дайте определение обратных тригонометрических функций комплексного переменного и сформулируйте их свойства.
11. Дайте определение общей степенной функции комплексного переменного.

Тема 3. «Дифференцирование функций комплексного переменного».

1. Сформулируйте определение предела функции комплексного переменного в точке.
2. Сформулируйте определение непрерывности функции комплексного переменного.
3. Сформулируйте определение производной и дифференциал функции комплексного переменного.
4. Сформулируйте определение дифференциал функции комплексного переменного.
5. Какая функция называется аналитической?
6. Выведите необходимые и условия аналитичности функции.
7. Выведите достаточные условия аналитичности функции.
8. Запишите условия (Коши – Римана) дифференцируемости функции.
9. Каков геометрический смысл модуля и аргумента производной функции комплексного переменного?
10. Запишите формулу для нахождения производной функции комплексного переменного.
11. Дайте определение гармонических функций и сопряженных гармонических функций.
12. Сформулируйте некоторые общие принципы конформных отображений.
13. Сформулируйте общие правила дифференцирования функций комплексного переменного.

Тема 4. «Интегрирование функций комплексного переменного».

1. Дайте определение интеграла от функции комплексного переменного.
2. Сформулируйте общие правила интегрирования функций комплексного переменного.
3. Сформулируйте основные свойства интеграла от функции комплексного переменного.
4. Дайте определение неопределенного интеграла от функции комплексного переменного.
5. Запишите формулу Ньютона- Лейбница.
6. Сформулируйте теорему Коши для односвязной области и приведите ее доказательство.
7. Сформулируйте теорему Коши для многосвязной области и приведите ее доказательство.
8. Выведите интегральную формулу Коши.
9. Сформулируйте следствия интегральной формулы Коши.
10. Сформулируйте основную теорему Коши и приведите общий алгоритм ее применения.
11. Запишите интегральные формулы для производных аналитической функции.
12. При каком условии интеграл от функции комплексного переменного не зависит от пути интегрирования?

Тема 5. «Ряды аналитических функций».

1. Запишите числовой ряд с комплексными членами.
2. Дайте определение сходимости и расходимости числового ряда с комплексными членами.
3. Сформулируйте необходимый признак сходимости числовых рядов с комплексными членами.
4. Дайте определение функциональных рядов.
5. Дайте определение степенных рядов.
6. Сформулируйте теорему Абеля и приведите ее доказательство.
7. Дайте определение ряда Тейлора.
8. Дайте определение ряда Лорана.
9. Сформулируйте теорему о разложимости аналитической функции в ряд Тейлора.
10. Что является областью сходимости ряда Тейлора?
11. Что является областью сходимости ряда Лорана?
12. Каковы условия разложимости функции в ряд Лорана?
13. Дайте понятие об особых точках на границе круга сходимости ряда Тейлора.
14. Дайте определение нулей аналитической функции.
15. Дайте определение изолированных особых точек аналитической функции однозначного характера.
16. Приведите классификацию изолированных особых точек аналитической функции.
17. Дайте определение полюса аналитической функции.
18. Дайте определение существенно особой точки аналитической функции.
19. Какова связь между нулями и полюсами функции?

Тема 6. «Теория вычетов».

1. Дайте определение вычета функции относительно изолированной особой точки.
2. Запишите формулу для нахождения вычета функции относительно простого полюса.
3. Запишите формулу для нахождения вычета функции относительно полюса n -го порядка.
4. Дайте определение вычета функции относительно устранимой особой точки.
5. Дайте определение вычета функции относительно существенно особой точки.
6. Сформулируйте и докажите основную теорему теории вычетов.
7. Опишите общую схему применения вычетов к вычислению интегралов от функций действительного переменного.
8. Чему равна сумма вычетов функции во всех конечных особых точках?
9. Приведите примеры приложения теории вычетов.

Критерии оценки результата коллоквиума, собеседования

оценка «отлично» выставляется студенту, если он проявил всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять практические задания предусмотренной программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется студенту, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему на вопросы;

-оценка «хорошо» выставляется студенту, показавшему систематический характер знаний, по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, но допустившему при этом не принципиальные ошибки;

оценка «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившем другие задания из того же раздела дисциплины;

оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные проблемы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине, не ответившим на вопросы билета и дополнительные вопросы, и неправильно выполнившему практическое задание.

-оценка «неудовлетворительно» выставляется также если студент:

- после начала собеседования (коллоквиума) отказался его сдавать;
- нарушил правила сдачи собеседования (коллоквиума) (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.)

2. Оценочные материалы для промежуточной аттестации

2.1. Примерный перечень вопросов для экзамена.

1. Множество комплексных чисел. Основные понятия и определения.
2. Комплексные числа в алгебраической форме и арифметические действия над ними.
3. Геометрическое представление комплексных чисел.
4. Тригонометрическая форма комплексного числа.
5. Возведение в степень и извлечение корня.
6. Предел последовательности комплексных чисел.
7. Бесконечность и стереометрическая проекция.
8. Множество чисел на комплексной плоскости.
9. Функция комплексного переменного ее геометрическое истолкование.
10. Предел функции комплексного переменного в точке. Непрерывность функции комплексного переменного.
11. Производная и дифференциал функции комплексного переменного.
12. Условия (Коши – Римана) дифференцируемости функции.
13. Аналитические функции и их свойства.
14. Гармонические функции и сопряженные гармонические функции.
15. Геометрический смысл модуля и аргумента производной функции комплексного переменного.
16. Некоторые общие принципы конформных отображений.
17. Степенная функция комплексного переменного и ее свойства.
18. Показательная функция комплексного переменного.
19. Формулы Эйлера.

20. Логарифмическая функции комплексного переменного и ее свойства.
21. Общая степенная функция комплексного переменного.
22. Тригонометрические функции комплексного переменного и их свойства.
23. Гиперболические функции комплексного переменного и их свойства
24. Обратные тригонометрические функции комплексного переменного и их свойства.
25. Обратные гиперболические функции комплексного переменного и их свойства.
26. Линейная функция ее свойства и отображения осуществляемые ею.
27. Дробно-линейная функция, ее свойства и отображения осуществляемые ею.
28. Интеграл от функции комплексного переменного.
29. Свойства интеграла от функции комплексного переменного.
30. Неопределенный интеграл. Формула Ньютона-Лейбница.
31. Интеграл по замкнутому контуру.
32. Интегральные теоремы Коши для односвязных и многосвязных областей.
33. Интегральная формула Коши. Следствия из формулы Коши.
34. Интегральные формулы для производных аналитической функции.
35. Числовые ряды с комплексными членами.
36. Функциональные ряды. Свойства равномерно сходящихся рядов непрерывных функций.
37. Степенные ряды. Теорема Абеля.
38. Ряд Тейлора. Теорема о разложимости аналитической функции в ряд Тейлора.
39. Ряд Лорана. Кольцо сходимости. Теорема об условиях разложимости функции комплексного переменного в ряд Лорана.
40. Разложение элементарных функций комплексного переменного в степенной ряд.
41. Особые точки на границе круга сходимости ряда Тейлора.
42. Нули аналитической функции.
43. Понятие об аналитическом продолжении. Теорема единственности аналитической функции.
44. Изолированные особые точки аналитической функции однозначного характера.
45. Классификация изолированных особых точек аналитической функции.
46. Вычеты и их вычисление.
47. Основная теорема Коши о вычетах.
48. Приложения теории вычетов к вычислению интегралов от функций действительного переменного.

2.2. Типовые задачи (практические задания)

Тема 1. Комплексные числа.

Задание 1. Вычислить:

$$\left(\frac{1}{2} + i \frac{\sqrt{3}}{2}\right)^{20}$$

Задание 2. Решить алгебраическое уравнение:

$$x^3 + 8 = 0$$

Задание 3. Указать геометрический смысл соотношений:

$$|z - i| < 4; |z - i| > 4; |z - i| = 4$$

Задание 4. Определить линии, заданные следующими уравнениями:

а) $|x - 2 + 3i| = 4$

б) $Re(3z) + Im(2z) = 1$.

Задание 5. Написать в действительной форме уравнения следующих линий:

а) $z = acost + bisint, 0 \leq t \leq 2\pi, a > 0, b > 0$; б) z

$= z_0 + re^{i\varphi}, 0 \leq \varphi < 2\pi, r \geq 0$.

Задание 6. Записать в комплексной форме уравнения следующих линий:

а) оси Ox ;

б) оси Oy ;

в) окружности радиуса R с центром в точке $(x_0; y_0)$;

г) линии: $x^2 + y^2 + 2x + 2y + 1 = 0$.

Тема 2. Элементарные функции комплексной переменной

Задание 1. Определить действительную или мнимую части у следующих функций $f(z)$ комплексного переменного

1. $Re f(z) = x^2 + y^2$;

2. $Im f(z) = x y^2$;
 $x^2 - y^2$

3. $Re f(z) = \frac{(x^2 + y^2)^2}{(x^2 + y^2)^2}$;
 $=$

Задание 2. Для отображений $\omega = z^2$ и $\omega = \frac{1}{z}$ найти образы линий:

а) $x =$

3; б) $y =$

5;

в) $|z| =$

2; г) $arg z = \frac{\pi}{6}$.

$= \frac{\pi}{6}$.

Тема 3. Дифференцирование функций комплексного переменного

Задание 1. Доказать, что функции

а) $\omega = x^2 - y^2 + 2x + 2i(xy + y + 1)$;

б) $\omega = x^2 - y^2 + 3 + i(2xy - 1)$.

имеют производную в каждой точке плоскости и найти эту производную.

Задание 2. Проверить выполнение условий Даламбера-Эйлера для следующих функций и найти их производные:

а) $f(z) = \sin z$;

б) $f(z) = ze^z$.

Задание 3. Найти аналитическую функцию $\omega = u + iv$, действительная часть которой равна $\frac{x}{x^2+y^2}$.

Задание 4. Найти аналитическую функцию $\omega = u + iv$, мнимая часть которой равна $2x^2 - 2y^2 + x$.

Задание 5. Существует ли аналитическая функция $\omega = u + iv$, для которой действительная часть $u = e^x$.

Задание 6. Найти угол поворота и коэффициент растяжения при отображении $\omega = f(z)$ в указанных точках $\omega = e^z, z_1 = i$.

Тема 4. Интегрирование функций комплексной переменной

Задание 1. Вычислить интегралы, применяя интегральную формулу Коши или интегральную формулу для производных аналитической функции:

а) $\int_L \frac{ze^z dz}{(z+i)^3}$, если L — линия $|z| = 2$;

б) $\int_L \frac{\cos z dz}{(z+1)^2(z-2)}$, если L — линия $|z-2-i| = 3$;

в) $\int_L \frac{\sin z dz}{(z+1)^2(z-i)}$, если L — линия $|z+1| = 1$.

Тема 5. Ряды аналитических функций

Задание 1. Исследовать на сходимость числовые ряды вида:

$\sum_{n=1}^{\infty} z_n$, если

а) $z_n = \frac{e^{in}}{n^2}$; б) $z_n = e^{in}$;

в) $z_n = \frac{1+i}{2^n}$; г) $z_n = \frac{\sqrt[n]{n}-1}{n+1}$.

Задание 2. Указать радиусы сходимости рядов Тейлора, полученные при разложении следующих функций в окрестности точки $z = 1$

$$\text{а) } \frac{1}{z-2};$$

$$\text{б) } \frac{1}{z(z+5)};$$

$$\frac{e^z}{z};$$

$$\text{г) } \frac{1}{z^2+4};$$

$$\text{д) } \frac{1}{e^z+1}.$$

в

Задание 3. Разложить в ряд Тейлора в окрестности данной точки z_0 следующие функции и указать радиус сходимости:

$$\text{а) } \frac{1}{z}, z_0 = i;$$

$$\text{б) } \frac{1}{z+2}, z_0 = -3.$$

$$\text{в) } \frac{1}{(z-3)^2}, z_0 = -1.$$

Задание 4. Найти первые четыре члена разложения следующих функций в ряд Тейлора в окрестности нулевой точки и указать радиус сходимости:

$$\text{а) } f(z) = e^z \sin z;$$

$$\text{б) } f(z) = e^z \ln(1+z).$$

Задание 5. Разложить следующие функции в ряд Лорана в указанном кольце:

$$\text{а) } \frac{1}{z(z-1)}, 1 < |z| < 2;$$

$$\text{б) } \frac{1}{z(z+i)(z-3)}, 1 < |z| < 3.$$

Тема 6. Теория вычетов.

Задание 1. Найти вычеты следующих функций относительно каждого из конечных полюсов:

$$\text{а) } \frac{\sin 2z}{(z+1)^3};$$

$$\frac{z^3+1}{(z+2)^2(z-3)};$$

$$\frac{z^4+2}{z^2+16}.$$

в

)

б

)

Задание 2. Найти вычеты следующих функций относительно их конечных особых точек:

$$\text{а) } f(z) = \frac{1}{e^{z+2}};$$

$$\text{б) } f(z) = e^{\frac{1}{z}}.$$

Задание 3. Найти вычеты следующих функций относительно бесконечно удаленной точки:

$$\text{а) } \frac{z^4+2}{z^2+16};$$

$$\text{б) } \frac{z^3+3z+1}{2z^2+5}.$$

Задание 4. Вычислить с помощью вычетов следующие интегралы, считая, что обход контуров совершается против часовой стрелки:

$$a) \int_L \frac{z^3 dz}{2z^4 - 1},$$

Пример экзаменационного билета

ЛЕТ №

1. Алгебраические операции над комплексными числами в тригонометрической форме.
2. Степенные ряды. Теорема Абеля. Радиус и круг сходимости.
3. Найти вычеты в особых точках функции –
4. Вычислить, применяя интегральную формулу Коши, интеграл:

$$\oint_L \frac{1 - \sin z}{z^3} dz, \text{ где } L: |z| = 2$$

БИЛЕТ №

1. Комплексные числа в алгебраической форме и арифметические действия над ними.
2. Изолированные особые точки аналитической функции однозначного характера и их классификация.
3. Доказать, что функция $W = 2z^2 - iz$ дифференцируема и найти производную в заданной точке $z_0 = 1 - i$.
4. Вычислить, применяя интегральную формулу Коши, интеграл:

$$\oint_L \frac{\sin z}{(z + 3i)^4} dz, \text{ где } L: |z + 2i| = 2$$

Критерии оценки

Оценка «отлично» ставится в случае выполнения практического задания, ответа на два вопроса и дополнительные два вопроса по темам дисциплины (или выполнения дополнительного практического задания).

Оценка «хорошо» ставится в случае ответа на два вопроса и выполнении практического задания.

Оценка «удовлетворительно» ставится в случае ответа хотя бы на один теоретический вопрос и выполнения практического задания.

Оценка «неудовлетворительно» ставится в случае если студент не дал ответ на вопросы.

Экзамен по дисциплине без прохождения итогового контроля выставляется студенту при достижении им не менее 80 баллов («хорошо») и не менее 90 баллов («отлично») в соответствии с рейтинговой системой учета учебных достижений студентов. Оценка студенту выставляется при условии выполнения всех предусмотренных программой лабораторных работ, домашних заданий при выполнении не менее 80% тестовых заданий по запланированным темам дисциплины. Текущая аттестация производится в сроки, установленные вузом по завершению путем тестирования и собеседования. Обязательным условием положительной оценки является выполнение студентами всех аудиторных работ и домашних заданий, предусмотренных в соответствующих разделах рабочей программы.

Сведения об утверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой

