



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЕиС  
И.Ю. Мезин

19.02.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ**

Направление подготовки (специальность)  
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль/специализация) программы  
Большие и открытые данные

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

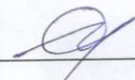
Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Прикладной математики и информатики
Курс	2
Семестр	4

Магнитогорск  
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (приказ Минобрнауки России от 10.01.2018 г. № 9)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

09.02.2024, протокол № 5

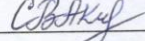
Зав. кафедрой  Ю.А. Извеков

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС

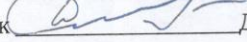
19.02.2024 г. протокол № 5

Председатель  И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ПМИИ, канд. пед. наук  С.В. Акманова

Рецензент:

зав. кафедрой Физики, канд. физ.-мат. наук  Д.М. Долгушин

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Ю.А. Извеков

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Ю.А. Извеков

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Ю.А. Извеков

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Ю.А. Извеков

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Цель изучения дисциплины "Комплексный анализ" состоит в овладении студентами необходимым уровнем общепрофессиональных компетенций, предполагающих формирование у них целостного научного представления о комплексном анализе и его приложениях, приобретение навыков решения ряда прикладных задач, соответствующих осуществлению деятельности по направлению «Прикладная математика и информатика»

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

Дисциплина Комплексный анализ входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Дискретная математика

Математический анализ

Алгебра и геометрия

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Математическое моделирование

Уравнение математической физики

Функциональный анализ

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Комплексный анализ» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности
ОПК-1.1	Решает профессиональные задачи с области фундаментальной и прикладной математики
ОПК-1.2	Владеет способами и приемами решения исследовательских задач в области фундаментальной и прикладной математики
ОПК-1.3	Применяет фундаментальные междисциплинарные знания для решения задач в профессиональной деятельности

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 72 акад. часов;
- аудиторная – 68 акад. часов;
- внеаудиторная – 4 акад. часов;
- самостоятельная работа – 36,3 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
Раздел 1. Комплексные числа. Функции комплексного переменного								
1.1 Комплексные числа и их геометрическое истолкование. Кривые и области на комплексной плоскости	4	4		4		Подготовка к практическому занятию	Проверка конспектов. Контрольная работа	
1.2 Функции комплексного переменного. Предел, непрерывность		3		3	4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Проверка конспектов. Письменный опрос, обсуждение	
1.3 Понятие производной. Условия дифференцируемости. Аналитические функции. Конформное отображение		3		3	4	Подготовка к практическому занятию	Контрольная работа	
1.4 Элементарные функции комплексного переменного		3		3	4	Поиск дополнительной информации по заданной теме	Проверка индивидуальных заданий	
Итого по разделу		13		13	12			
Раздел 2. Интеграл в комплексной области. Числовые и степенные ряды								
2.1 Комплексные интегралы. Интегральная формула Коши	4	4		4	6	Подготовка к практическому занятию	Тестирование	
2.2 Числовые ряды. Степенные ряды. Разложение функций в ряд Тейлора.		4		4	8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Проверка конспектов. Письменный опрос, обсуждение	
Итого по разделу		8		8	14			
Раздел 3. Ряды Лорана. Особые точки аналитических функций. Вычеты и их приложения								

3.1 Ряд Лорана. Разложение аналитической функции в ряд Лорана	4	3		3		Работа с электронными тестовыми средствами	Проверка интернет-теста, выполненного в домашних условиях	
3.2 Особые точки аналитических функций. Поведение аналитической функции в окрестности особой точки и на бесконечности		4		4	5	Выполнение тренировочных комплексов	Обсуждение, письменный опрос	
3.3 Вычеты и их приложения		6		6	5,3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Контрольная работа	
Итого по разделу		13		13	10,3			
Итого за семестр		34		34	36,3		экзамен	
Итого по дисциплине		34		34	36,3		экзамен	

## **5 Образовательные технологии**

С целью успешного усвоения дисциплины «Комплексный анализ» и формирования требуемых компетенций предполагается применение различных образовательных технологий (личностно-ориентированных и развивающих), которые обеспечивают достижение планируемых результатов образования согласно основной образовательной программе. В их числе: дифференцированный подход, проблемное обучение, эвристическое обучение.

Основными формами занятий являются лекции, практические занятия, контрольно-оценочные занятия, консультации. Лекции строятся на основе сочетания информационной и проблемной составляющих, а также элементов беседы и визуализации.

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается:

- обсуждение задач, приводящих к тем или иным математическим понятиям;
- изложение теоретического материала в режиме диалога с целью развития критического мышления студентов и привития им исследовательских умений;
- обсуждение и систематизация теоретических вопросов темы с целью лучшего понимания их взаимосвязи и практического применения.

Практические занятия по данной дисциплине направлены на привитие прочных навыков решения задач по каждой теме и сочетают применение методов обучения в сотрудничестве, дифференцированный подход, классические контрольные и тестовые технологии. При этом предполагается проведение некоторых таких занятий в интерактивной форме (деловые и ролевые игры, разбор конкретных ситуаций).

Выбирая ту или иную технологию работы со студентами, необходимо иметь в виду, что наибольшего эффекта от ее применения можно достичь, если учитывать :

- а) цели образования, на реализацию которых должна быть направлена избираемая технология;
- б) содержание материала, которое предстоит передать обучающимся с ее помощью;
- в) условия, в которых она будет использоваться;
- г) направленность её на самообразование и медиаобразование студентов.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Далингер, В. А. Комплексный анализ: учебное пособие для вузов / В. А. Далингер, С. Д. Симонженков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 143 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-08399-6. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453907> (дата обращения: 20.04.2024).

2. Привалов, И. И. Введение в теорию функций комплексного переменного: учебник для вузов / И. И. Привалов. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 402 с. — (Авторский учебник). — ISBN 978-5-534-01450-1. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/444949> (дата обращения: 20.04.2024)

3. Акманова С.В. Сборник задач и упражнений по комплексному анализу [Электронный ресурс]: практикум / Светлана Владимировна Акманова; ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». —

Электрон. текстовые данные (0,68 Мб). – Магнитогорск: ФГБОУ ВО « МГТУ им. Г.И. Носова», 2021. – 1 электрон. опт. диск (CD-R).

**б) Дополнительная литература:**

1. Половинкин, Е.С. Теория функций комплексного переменного: Учебник / Е.С. Половинкин. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 254 с.: ISBN 978-5-16-004864-2 - URL: <http://znanium.com/catalog/product/487040>

2. Шабунин, М.И. Теория функций комплексного переменного: Учебник / М.И. Шабунин, Ю.В. Сидоров. - 3-е изд., испр. и доп. (эл.) - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2016. - 303 с.: ISBN 978-5-93208-209-6 - URL: <http://znanium.com/catalog/product/538966>

**в) Методические указания:**

1. Круппин, В.Г. Высшая математика. Теория функций комплексного переменного. Операционное исчисление. Сборник задач с решениями [Электронный ресурс]: учебное пособие - М.: Издательский дом МЭИ, 2019. - Режим доступа: <http://client.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012246.html>

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Cadence OrCAD Design University Edition	К-113-11 от 11.04.2011	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://host.megaprolib.net/MP0109/Web">https://host.megaprolib.net/MP0109/Web</a>
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный конкорциум» (НП НЭИКОН)	<a href="https://arch.neicon.ru/xmlui/">https://arch.neicon.ru/xmlui/</a>

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:



1) Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа. Оснащение: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации;

2) Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации. Оснащение: доска, мультимедийный проектор, экран. Комплекс тестовых заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей;

3) Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оснащение: шкафы для хранения учебно-методической документации, учебно-наглядных пособий и учебного оборудования;

4) Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Оснащение: персональные компьютеры с пакетом MS Office и выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

## Приложение 1

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Комплексный анализ» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

#### Примерные аудиторные контрольные работы (АКР):

##### АКР №1 «Комплексные числа и операции над ними»

1. Записать в тригонометрической и показательной формах числа:

а)  $z = 1 - i\sqrt{3}$ ;      б)  $z = -\frac{\sqrt{2}}{2} + i\frac{\sqrt{2}}{2}$ ;      в)  $z = -2 - 2\sqrt{3}i$ .

2. Выполнить указанные операции над числами в алгебраической форме:  $z_1 = 2 - 5i$ ,  $z_2 = 4 + 2i$ . Найти  $z_1 + z_2$ ,  $z_1 - z_2$ ;  $z_1 \cdot z_2$ ;  $\frac{z_1}{z_2}$ .

3. Найти главное значение аргумента числа (угол  $\varphi$ ):

а)  $\arg(-10)$ ;      б)  $\arg(7i)$ ;      в)  $\arg 5$ ;      г)  $\arg(-3-4i)$ .

4.  $z_1 = -\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}i$ ;  $z_2 = -1 - i$ . Перевести их в тригонометрическую форму и выполнить операции:

а)  $z_1 \cdot z_2$ ;      б)  $\frac{z_1}{z_2}$ ;      в)  $z_1^3$ ;      г)  $\sqrt[3]{z_1}$ ;      д)  $\sqrt[4]{z_2}$ .

5. Найти с помощью формулы Эйлера :

а)  $e^{\frac{\pi i}{6}}$ ;      б)  $e^{\frac{\pi i}{2}}$ ;      в)  $e^{\frac{3\pi i}{2}}$ ;      г)  $e^{\pi i}$ .

##### АКР №2 «Функции комплексного переменного и их геометрическое истолкование. Предел, непрерывность»

1. Выделить действительную и мнимую части функции:

$$a) w = z^2 + 3iz - 2; \quad \text{в) } w = \overline{z^2} + |z|^2;$$

$$б) w = \cos z; \quad \text{г) } w = \frac{3}{z+2}.$$

2. Найти образ прямой  $x=4$  при отображении  $w = \frac{1}{z}$ .

3. Вычислить пределы:

$$a) \lim_{z \rightarrow \infty} \frac{5z^2 - 4z + 7i}{3z^3 + 8zi - 1}; \quad \text{б) } \lim_{z \rightarrow \infty} \frac{3iz^3 + 4z^2}{2iz^2 + 8z^3 - 4};$$

$$в) \lim_{z \rightarrow i} \frac{z^2 + 2z - i}{z^2 + 1}; \quad \text{г) } \lim_{z \rightarrow 0} \frac{4z}{|z|}.$$

**АКР №3 «Понятие производной. Условия дифференцируемости. Конформное отображение»**

1. Найти  $f'(z_0)$ , если:

$$a) f(z) = 6z^3 - 4z^2, \quad z_0 = 1 + i; \quad \text{б) } f(z) = 3z^3 - 2z + 1, \quad z_0 = 1 + 4i.$$

2. В каких точках функция монотонна? Чему равна производная в каждой из них? Является ли функция голоморфной в каких-либо точках плоскости?

$$a) w = iz^2 + 2z; \quad \text{б) } w = |z| \cdot \bar{z}.$$

3. В каких точках плоскости коэффициент растяжения отображения равен 2:

$$a) w = z^2 + 1; \quad \text{б) } w = \frac{z-1}{z+1} ?$$

4. В каких точках плоскости угол поворота отображения равен  $\frac{\pi}{4}$ :

$$a) w = \frac{1}{z}; \quad \text{б) } w = z^2 - 2z ?$$

**АКР №4 «Комплексные интегралы» (контрольное тестирование)**

1. Вычислить интегралы:

$$a) \int_0^i (z^2 + z + 1) dz; \quad \text{б) } \int_{1+i}^{1-i} (2z + 1) dz.$$

2. Вычислить интегралы двумя способами (через криволинейные и методом замены):

$$\text{б) } \int_{AB} \bar{z}^2 dz, \text{ AB – отрезок прямой } y=x, \quad x \in [0;1];$$

в)  $\int_L (4z - \bar{z}) dz$ , если L – парабола, соединяющая точки  $z_1 = 0$ ,  $z_2 = -1 + i$ .

3. Вычислить, руководствуясь, либо теоремами Коши для односвязной и многосвязной областей, либо интегральной формулой Коши и бесконечной дифференцируемостью голоморфной функции:

а)  $\int_{|z|=2} \frac{2z dz}{z^2 - 10}$ ;

в)  $\int_{|z|=5} \frac{z dz}{z^2 - 16}$ ;

д)  $\int_{|z-2|=5} \frac{z dz}{z^2 - 16}$ ;

б)  $\int_{|z|=4} (z^3 - 2z + 3) dz$ ;

г)  $\int_{|z|=3} \frac{z^4 + 1}{(z-2)^3} dz$ ;

е)  $\int_{|z|=4} \frac{z^3 - 2}{(z+1)^3 (z-3)} dz$ .

**АКР №5 «Числовые последовательности и ряды. Степенные ряды»**

1. Вычислить предел или показать, что он не существует:

а)  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{3in - n - 1}{1 + ni}$ ;

в)  $\lim_{n \rightarrow \infty} \arg \left( -1 + \frac{i^n}{n} \right)$ ;

д)  $\lim_{n \rightarrow \infty} \left( \frac{1-n}{n^2} + i \frac{2n+1}{n} \right)$ ;

б)  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(2i)^n - 1}{3(2i)^n}$ ;

г)  $\lim_{n \rightarrow \infty} \left( \frac{3+i}{2} \right)^n$ ;

е)  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{e^{in}}{n}$ .

2. Исследовать ряд на сходимость.

а)  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{5i + n^2}{7i - 6n}$ ;

б)  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 + (-1)^n \cdot ni}{n\sqrt{n}}$ ;

в)  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{i^n}{(5in - 4)(4in + 1)}$ .

4. Найти радиус и область сходимости ряда:

а)  $\sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \frac{(z+1)^{2n+1}}{(2n+1)!}$ ;

б)  $\sum_{n=0}^{\infty} n^2 \left( \frac{z+i}{1+i} \right)^n$ ;

в)  $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(z+5)^{2n}}{n^2 + 4}$ .

**АКР №6 «Ряд Лорана. Особые точки аналитических функций»**

1. Разложить данные функции в ряд Лорана в указанных кольцах:

а)  $f(x) = \frac{3}{(z-2)(z-5)}$ ,  $1 < |z-3| < 2$ ; б)  $f(x) = \frac{4}{z^2 + 2z - 3}$ ,  $1 < |z| < 3$ .

2. Найти все изолированные особые точки функции и определить их вид:

а)  $f(z) = \frac{1 - \cos z}{z^2}$ ;

в)  $f(z) = \frac{z+1}{z^2}$ ;

б)  $f(z) = \frac{z}{1 - \cos z}$ ;

г)  $f(z) = \frac{1 - \cos z}{\sin^2 z}$ .

**АКР №7 «Вычеты и их приложения»**

1. Вычислить вычеты функции относительно каждой из особых точек:

a)  $f(z) = \frac{z^2 + z - 1}{z^2 - z}$ ;

в)  $f(z) = \operatorname{tg} z$ ;

2. Вычислить вычеты указанных функций в бесконечности:

a)  $f(z) = \frac{z^2 + z - 1}{z^3 - z}$ ; б)  $f(z) = \frac{z^2 \sin \frac{1}{z}}{z - 1}$ ; в)  $f(z) = \operatorname{ZCOS}^2 \frac{\pi}{z}$ .

3. Вычислить интеграл:

a)  $\int_{|z|=3} \frac{z dz}{(z-1)(z-2)^2}$ ; б)  $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dx}{x^6 + 1}$ ; в)  $\int_0^{2\pi} \frac{d\varphi}{3 + \sin \varphi}$

**Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
<b>ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности</b>		
ОПК-1.1	Решает профессиональные задачи с области фундаментальной и прикладной математики	<p><i>Владеет основным содержанием дисциплины в рамках следующих теоретических вопросов:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение множества комплексных чисел</li> <li>2. Геометрическая интерпретация множества комплексных чисел</li> <li>3. Подмножества расширенной комплексной плоскости</li> <li>4. Числовые последовательности</li> <li>5. Числовые ряды</li> <li>6. Предел функции комплексной переменной</li> <li>7. Непрерывность функции комплексной переменной</li> <li>8. Моногенность функции комплексной переменной</li> <li>9. Голоморфность функции комплексной переменной</li> <li>10. Линейная функция</li> <li>11. Обратная функция</li> <li>12. Целая степенная функция</li> <li>13. Целая показательная функция</li> <li>14. Обращение целых степенной и показательной функций</li> <li>15. Тригонометрические функции</li> <li>16. Обратные тригонометрические функции</li> <li>17. Общие степенная и показательная функции</li> <li>18. Определение конформного отображения</li> <li>19. Существование и единственность конформного отображения</li> <li>20. Конформность, групповое и круговое свойства дробно-линейной функции</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		21. Свойства сохранения симметрии и ангармонического соотношения дробно-линейной функции 22. Интеграл по комплексной переменной 23. Интегральная теорема Коши 24. Первообразная 25. Интегральная формула Коши 26. Обращение интегральной теоремы Коши 27. Гармонические функции 28. Интегральные формулы Шварца и Пуассона 29. Интервал и радиус сходимости степенного ряда 30. Формула Коши-Адамара 31. Свойства степенных рядов 32. Ряды Тейлора 33. Аналитические функции 34. Аналитическое продолжение 35. Теорема Лорана 36. Нули и изолированные особые точки 37. Теорема Сохоцкого-Вейерштрасса 38. Целые и мероморфные функции 39. Рациональные функции 40. Основная теорема о вычетах 41. Вычеты в конечных точках 42. Вычет в бесконечно удаленной точке 43. Интегралы от функций действительной переменной 44. Логарифмический вычет
ОПК-1.2	Владеет способами и приемами решения исследовательских задач в области фундаментальной и прикладной математики	<b><i>Владеет фундаментальными методами и способами решения классических задач дисциплины исследовательского характера:</i></b>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>1. Записать в тригонометрической и показательной формах числа <math>z_1 = \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}i</math>, <math>z_2 = -\sqrt{3} - i</math>. Найти: а) <math>z_1^5</math>, б) <math>z_2 \cdot z_1</math> (2 способа – через алгебраическую и тригонометрическую форму записи чисел); в) <math>\frac{z_1}{z_2}</math> (2 способа – через алгебраическую и показательную форму записи чисел).</p> <p>2. Найти все значения корня: а) <math>\sqrt[3]{-i}</math>; б) <math>\sqrt[4]{-2 + 2\sqrt{3}i}</math>.</p> <p>3. Представить выражение в алгебраической форме, применив сначала формулы сложения из тригонометрии, а затем формулы <math>\sin i\varphi = i \operatorname{sh}\varphi</math>, <math>\cos i\varphi = \operatorname{ch}\varphi</math>:</p> <p>а) <math>\sin\left(\frac{\pi}{4} + 2i\right)</math>; б) <math>\cos\left(\frac{\pi}{6} + 2i\right)</math>; в) <math>\sin\left(1 + \frac{\pi}{2}i\right)</math>; г) <math>\cos\left(2 - \frac{\pi}{6}i\right)</math>.</p> <p>4. Вычислить <math>i^{121} + e^{\frac{15\pi}{2}i} - i^{70} \cdot e^{\frac{5\pi}{6}i}</math>.</p> <p>5. Изобразить область, заданную неравенствами:</p> <p>а) <math> z - 1 + i  \geq 1</math>, <math>\operatorname{Re} z &lt; 1</math>, <math>\operatorname{Im} z \geq -1</math>; б) <math> z - i  &lt; 1</math>, <math>-\frac{\pi}{4} &lt; \arg(z - i) \leq \frac{\pi}{4}</math>;</p> <p>в) <math>1 &lt; z \cdot \bar{z} &lt; 2</math>, <math>\operatorname{Re} z &gt; 0</math>, <math>0 &lt; \operatorname{Im} z \leq 1</math>.</p> <p>6. Изобразить на комплексной плоскости окрестности точек <math>U(z_0; \varepsilon)</math>, <math>\overset{\circ}{U}(z_0; \varepsilon)</math> и</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>записать главные значения аргументов этих точек:</p> <p>а) <math>U(3-2i;3)</math>;    б) <math>\overset{\circ}{U}(-2+3i;1)</math>;    в) <math>\overset{\circ}{U}(5;0,5)</math>;    г) <math>\overset{\circ}{U}(\infty;4)</math>;    д) <math>U(-6i;2)</math>.</p> <p>7. Выяснить, какие линии заданы указанными уравнениями, и изобразить эти линии на чертеже:</p> <p>а) <math>z = it + 2, t \in (-\infty;+\infty)</math>;    в) <math>z = 4\cos t + i \cdot 3\sin t, t \in [0;2\pi]</math>;</p> <p>б) <math>z = \frac{1}{t} + it, t \in (-\infty;+\infty)</math>;    г) <math>z = -2e^{it} + \frac{1}{e^{it}}, t \in (-\infty;+\infty)</math>.</p> <p>8. Вычислить пределы (в примере <math>z</math> воспользоваться показательной формой записи комплексного числа):</p> <p>а) <math>\lim_{z \rightarrow \infty} \frac{z^2}{\bar{z}}</math>;    б) <math>\lim_{z \rightarrow 0} \frac{z^2}{\bar{z}}</math>;    в) <math>\lim_{z \rightarrow 0} \frac{4z}{ z }</math>;</p> <p>г) <math>\lim_{z \rightarrow \infty} \frac{5z^2 - 4z + 7i}{3z^3 + 8zi - 1}</math>;    д) <math>\lim_{z \rightarrow \infty} \frac{3iz^3 + 4z^2}{2iz^2 + 8z^3 - 4}</math>;    е) <math>\lim_{z \rightarrow i} \frac{z^2 + 2z - i}{z^2 + 1}</math>.</p> <p>9. Выяснить, в каких точках комплексной плоскости монотонны данные функции. Найти производную в каждой из этих точек. Являются ли данные функции голоморфными в каких-либо точках плоскости?</p>



Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>а) <math>w = \operatorname{Re} z</math>;      б) <math>w =  z  \cdot \bar{z}</math>;      в) <math>w = \operatorname{tg} y - i \operatorname{tg} x</math>.</p> <p>10. <math>f(z) = z^2 - 5z + 4</math>. Найти двумя способами <math>f(3 - 2i)</math>.</p> <p>11. Вычислить:</p> <p>а) <math>\operatorname{Ln}(-7)</math>;      д) <math>\operatorname{Arc} \sin 15</math>;</p> <p>б) <math>\operatorname{Ln} 0,3</math>;      е) <math>\operatorname{Arc} \cos(-i)</math></p> <p>в) <math>\operatorname{Ln}(-3 + 4i)</math>;      ж) <math>\operatorname{Arctg} 4i</math>;</p> <p>г) <math>\operatorname{Ln}(1 - i\sqrt{3})^4</math>;      з) <math>\operatorname{Arcctg} 4</math>.</p> <p>12. Вычислить интегралы:</p> <p>а) <math>\int_{1+i}^{1-i} (2z + 1) dz</math>; б) <math>\int_{AB} \bar{z}^2 dz</math>, АВ – отрезок прямой <math>y=x</math>, <math>x \in [0;1]</math>;</p> <p>в) <math>\int_{ z =3} (\sin z + \cos z) dz</math>.</p>
ОПК-1.3	Применяет фундаментальные междисциплинарные знания для решения задач в профессиональной деятельности	<p><b>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания:</b></p> <p>1. Восстановить голоморфную функцию <math>f</math> в окрестности точки <math>z_0</math> по её действительной</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p><math>u(x, y)</math> части и значению <math>f(z_0): u = -2xy - 2y, f(0) = i</math>.</p> <p>2. Разложить данные функции в ряд Лорана в указанных кольцах:</p> <p>а) <math>f(x) = \frac{3}{(z-1)(z-4)}, 1 &lt;  z-2  &lt; 2;</math>    б) <math>f(x) = \frac{3}{z^2 + z - 2}, 1 &lt;  z  &lt; 2.</math></p> <p>3. Вычислить интеграл:</p> <p>а) <math>\int_{ z =3} \frac{zdz}{(z-1)(z-2)^2};</math> б) <math>\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dx}{x^6+1};</math>    в) <math>\int_0^{2\pi} \frac{d\varphi}{3+\sin\varphi}</math></p>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Студенты сдают по дисциплине в 4-м семестре экзамен.

Критерием успешного освоения программы дисциплины являются:

- умение интерпретировать понятия и утверждения, применять к решению задач изученную теорию;
- усвоение методов и приемов решения основных задач дисциплины; приобретение навыков работы с наиболее часто встречающимися объектами комплексного анализа.
- знание основных теоретических положений, формулировок и доказательств ряда теорем.

**Критерии оценки** (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

– на оценку **«отлично»** – студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** – студент должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** – студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.