



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ

Направление подготовки (специальность)
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль/специализация) программы
Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

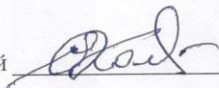
Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Прикладной математики и информатики
Курс	2
Семестр	4

Магнитогорск
2020 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

11.02.2020, протокол № 6

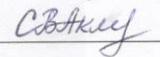
Зав. кафедрой  С.И. Кадченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС

17.02.2020 г. протокол № 6

Председатель  И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:

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

Рецензент:

начальник информационного отдела АО
«Информационная компания Профит»

 С.В. Торшин

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Кадченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Кадченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Кадченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Кадченко

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:

Математический анализ

Алгебра и геометрия

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

Функциональный анализ

Уравнение математической физики

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- 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 на плоскости. Комплексная числовая сфера. Стереографическая проекция	4	3		3/1И		Подготовка к практическому занятию	Проверка конспектов. Контрольная работа	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
1.2 Кривые и области на комплексной плоскости		3		2/2И		Работа с электронными тестовыми средствами	Проверка интернет-теста, выполненного в домашних условиях	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
1.3 Функции комплексного переменного и их геометрическое истолкование. Предел, непрерывность		3		3/1И		Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Проверка конспектов. Письменный опрос, обсуждение	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
1.4 Понятие производной. Условия дифференцируемости. Аналитические функции. Конформное отображение		3		3		Подготовка к практическому занятию	Контрольная работа	ОПК-1.1, ОПК-1.3
1.5 Дробно-линейные, показательные, степенные, тригонометрические		3		3/2И		Поиск дополнительной информации по заданной теме	Проверка индивидуальных заданий	ОПК-1.1, ОПК-1.3
1.6 Обратные функции для степенной и показательной функций. Логарифм комплексного числа		3		3	0,3	Поиск дополнительной информации по заданной теме	Проверка индивидуальных заданий	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
Итого по разделу		18		17/6И	0,3			
Раздел 2. Интеграл в комплексной области. Числовые и степенные ряды								

2.1 Комплексные интегралы. Интегральная формула Коши	4	3		3/2И		Подготовка к практическому занятию	Тестирование	ОПК-1.1, ОПК-1.3
2.2 Числовые ряды. Степенные ряды. Разложение функций в ряд Тейлора.		3		3/2И		Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Проверка конспектов. Письменный опрос, обсуждение	ОПК-1.1, ОПК-1.3
2.3 Теорема единственности. Аналитическое продолжение функций		2		2/2И		Поиск дополнительной информации по заданной теме	Устный опрос, проверка конспектов	ОПК-1.1, ОПК-1.3
Итого по разделу		8		8/6И				
Раздел 3. Ряды Лорана. Особые точки аналитических функций. Вычеты и их приложения								
3.1 Обобщённый степенной ряд. Ряд Лорана.	4	2		3		Работа с электронными тестовыми средствами	Проверка интернет-теста, выполненного в домашних условиях	ОПК-1.1
3.2 Особые точки аналитических функций. Поведение аналитической функции в окрестности особой точки и на бесконечности		3		3		Выполнение тренировочных комплексов	Обсуждение, письменный опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.3
3.3 Вычеты и их приложения		3		3/2И		Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Контрольная работа	ОПК-1.1, ОПК-1.3
Итого по разделу		8		9/2И				
Итого за семестр		34		34/14И	0,3		экзамен	
Итого по дисциплине		34		34/14И	0,3		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: 28.10.2020).

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: 28.10.2020)

б) Дополнительная литература:

1. Половинкин Е.С. Теория функций комплексного переменного: Учебник -

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 / Шабунин М.И., Сидоров Ю.В., - 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:

Крупин, 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
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	http://webofscience.com
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный концорциум» (НП НЭИКОН)	https://archive.neicon.ru/xmlui/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

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 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 φ):
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:

а) $w = z^2 + 3iz - 2$; б) $w = \overline{z^2} + |z|^2$;

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

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

3. Вычислить пределы:

а) $\lim_{z \rightarrow \infty} \frac{5z^2 - 4z + 7i}{3z^3 + 8zi - 1};$

б) $\lim_{z \rightarrow \infty} \frac{3iz^3 + 4z^2}{2iz^2 + 8z^3 - 4};$

в) $\lim_{z \rightarrow i} \frac{z^2 + 2z - i}{z^2 + 1};$

г) $\lim_{z \rightarrow 0} \frac{4z}{|z|}.$

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

1. Найти $f'(z_0)$, если:

а) $f(z) = 6z^3 - 4z^2, \quad z_0 = 1 + i;$

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?

а) $w = iz^2 + 2z;$

б) $w = |z| \cdot \bar{z}.$

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

а) $w = z^2 + 1;$

б) $w = \frac{z-1}{z+1}?$

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

а) $w = \frac{1}{z};$

б) $w = z^2 - 2z?$

АКР №4 «Комплексные интегралы» (контрольное тестирование)

1. Вычислить интегралы:

а) $\int_0^i (z^2 + z + 1)dz;$

б) $\int_{1+i}^{1-i} (2z + 1)dz.$

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

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

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

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

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

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

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

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:

$$\text{a) } \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{3in - n - 1}{1 + ni}; \quad \text{в) } \lim_{n \rightarrow \infty} \arg \left(-1 + \frac{i^n}{n} \right); \quad \text{д) } \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{1-n}{n^2} + i \frac{2n+1}{n} \right);$$

$$\text{б) } \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(2i)^n - 1}{3(2i)^n}; \quad \text{г) } \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{3+i}{2} \right)^n; \quad \text{е) } \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{e^{in}}{n}.$$

2. Исследовать ряд на сходимость.

$$\text{a) } \sum_{n=1}^{\infty} \frac{5i + n^2}{7i - 6n}; \quad \text{б) } \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 + (-1)^n \cdot ni}{n\sqrt{n}}; \quad \text{в) } \sum_{n=1}^{\infty} \frac{i^n}{(5in - 4)(4in + 1)}.$$

4. Найти радиус и область сходимости ряда:

$$\text{a) } \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \frac{(z+1)^{2n+1}}{(2n+1)!}; \quad \text{б) } \sum_{n=0}^{\infty} n^2 \left(\frac{z+i}{1+i} \right)^n; \quad \text{в) } \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(z+5)^{2n}}{n^2 + 4}.$$

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

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

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

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

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

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

АКР №7 «Вычеты и их приложения»

1. Вычислить вычеты функции относительно каждой из особых точек:

$$\text{a) } f(z) = \frac{z^2 + z - 1}{z^2 - z}; \quad \text{в) } f(z) = \operatorname{tg} z;$$

2. Вычислить вычеты указанных функций в бесконечности:

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

3. Вычислить интеграл:

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

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
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 в области фундаментальной и прикладной математики	<i>Владеет основным содержанием дисциплины в рамках следующих теоретических вопросов:</i> 1. Определение множества комплексных чисел 2. Геометрическая интерпретация множества комплексных чисел 3. Подмножества расширенной комплексной плоскости 4. Числовые последовательности 5. Числовые ряды 6. Предел функции комплексной переменной 7. Непрерывность функции комплексной переменной 8. Моногенность функции комплексной переменной 9. Голоморфность функции комплексной переменной 10. Линейная функция 11. Обратная функция 12. Целая степенная функция 13. Целая показательная функция 14. Обращение целых степенной и показательной функций 15. Тригонометрические функции 16. Обратные тригонометрические функции 17. Общие степенная и показательная функции 18. Определение конформного отображения 19. Существование и единственность конформного отображения 20. Конформность, групповое и круговое свойства дробно-линейной функции 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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		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	<i>Владеет фундаментальными методами и способами решения классических задач дисциплины исследовательского характера:</i> 1. Записать в тригонометрической и показательной формах числа $z_1 = \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}i$, $z_2 = -\sqrt{3} - i$. Найти: а) z_1^5, б) $z_2 \cdot z_1$ (2 способа – через алгебраическую и тригонометрическую форму записи чисел); в) $\frac{z_1}{z_2}$ (2 способа – через алгебраическую и показательную форму записи чисел). 2. Найти все значения корня: а) $\sqrt[3]{-i}$; б) $\sqrt[4]{-2 + 2\sqrt{3}i}$. 3. Представить выражение в алгебраической форме, применив сначала формулы сложения из тригонометрии, а затем формулы $\sin i\varphi = i \operatorname{sh} \varphi$, $\cos i\varphi = \operatorname{ch} \varphi$: а) $\sin\left(\frac{\pi}{4} + 2i\right)$; б) $\cos\left(\frac{\pi}{6} + 2i\right)$; в) $\sin\left(1 + \frac{\pi}{2}i\right)$; г) $\cos\left(2 - \frac{\pi}{6}i\right)$.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		4. Вычислить $i^{121} + e^{\frac{15\pi}{2}i} - i^{70} \cdot e^{\frac{5\pi}{6}i}$. 5. Изобразить область, заданную неравенствами: а) $z - 1 + i \geq 1, \operatorname{Re} z < 1, \operatorname{Im} z \geq -1$; б) $z - i < 1, -\frac{\pi}{4} < \arg(z - i) \leq \frac{\pi}{4}$; в) $1 < z \cdot \bar{z} < 2, \operatorname{Re} z > 0, 0 < \operatorname{Im} z \leq 1$. 6. Изобразить на комплексной плоскости окрестности точек $U(z_0; \varepsilon), \overset{\circ}{U}(z_0; \varepsilon)$ и записать главные значения аргументов этих точек: а) $U(3 - 2i; 3)$; б) $\overset{\circ}{U}(-2 + 3i; 1)$; в) $\overset{\circ}{U}(5; 0,5)$; г) $\overset{\circ}{U}(\infty; 4)$; д) $U(-6i; 2)$. 7. Выяснить, какие линии заданы указанными уравнениями, и изобразить эти линии на чертеже: а) $z = it + 2, t \in (-\infty; +\infty)$; в) $z = 4\cos t + i \cdot 3\sin t, t \in [0; 2\pi]$; б) $z = \frac{1}{t} + it, t \in (-\infty; +\infty)$; г) $z = -2e^{it} + \frac{1}{e^{it}}, t \in (-\infty; +\infty)$. 8. Вычислить пределы (в примере z воспользоваться показательной формой записи комплексного числа): а) $\lim_{z \rightarrow \infty} \frac{z^2}{\bar{z}}$; б) $\lim_{z \rightarrow 0} \frac{z^2}{\bar{z}}$; в) $\lim_{z \rightarrow 0} \frac{4z}{ z }$; г) $\lim_{z \rightarrow \infty} \frac{5z^2 - 4z + 7i}{3z^3 + 8zi - 1}$; д) $\lim_{z \rightarrow \infty} \frac{3iz^3 + 4z^2}{2iz^2 + 8z^3 - 4}$; е) $\lim_{z \rightarrow i} \frac{z^2 + 2z - i}{z^2 + 1}$. 9. Выяснить, в каких точках комплексной плоскости монотонны данные функции. Найти производную в

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		каждой из этих точек. Являются ли данные функции голоморфными в каких-либо точках плоскости? а) $w = \operatorname{Re} z$; б) $w = z \cdot \bar{z}$; в) $w = \operatorname{tg} y - itgx$. 10. $f(z) = z^2 - 5z + 4$. Найти двумя способами $f'(3-2i)$. 11. Вычислить: а) $\operatorname{Ln}(-7)$; д) $\operatorname{Arc} \sin 15$; б) $\operatorname{Ln} 0,3$; е) $\operatorname{Arc} \cos(-i)$ в) $\operatorname{Ln}(-3+4i)$; ж) $\operatorname{Arctg} 4i$; г) $\operatorname{Ln}(1-i\sqrt{3})^4$; з) $\operatorname{Arcctg} 4$. 12. Вычислить интегралы: а) $\int_{1+i}^{1-i} (2z+1)dz$; б) $\int_{AB} \bar{z}^2 dz$, AB – отрезок прямой $y=x$, $x \in [0;1]$; в) $\int_{ z =3} (\sin z + \cos z) dz$.
ОПК-1.3	Применяет фундаментальные междисциплинарные знания для решения задач в профессиональной деятельности	Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания: 1. Восстановить голоморфную функцию f в окрестности точки z_0 по её действительной $u(x,y)$ части и значению $f(z_0)$: $u = -2xy - 2y$, $f(0) = i$. 2. Разложить данные функции в ряд Лорана в указанных кольцах: а) $f(x) = \frac{3}{(z-1)(z-4)}$, $1 < z-2 < 2$; б) $f(x) = \frac{3}{z^2 + z - 2}$, $1 < z < 2$. 3. Вычислить интеграл: а) $\int_{ z =3} \frac{zdz}{(z-1)(z-2)^2}$; б) $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dx}{x^6+1}$; в) $\int_0^{2\pi} \frac{d\varphi}{3+\sin\varphi}$

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.