

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 12 от 26.12.2023 г.

Рабочая программа дисциплины

Комплексный анализ

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

15.03.03 - Прикладная механика

Направленность образовательной программы

Инженерное приложение суперкомпьютерного моделирования

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.24 Комплексный анализ относится к обязательной части образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;	ОПК-1.1: Демонстрирует знание основ проведения работ с применением естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности. ОПК-1.2: Демонстрирует умение применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности. ОПК-1.3: Владеет методикой проведения работ с применением естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.	ОПК-1.1: Знать: основы проведения работ с применением естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности. ОПК-1.2: Уметь: применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности. ОПК-1.3: Владеет методикой проведения работ с применением естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.	Контрольная работа	Экзамен: Контрольные вопросы Задания

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	2
самостоятельная работа	6
Промежуточная аттестация	36 экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Тема 1 Введение. Комплексная плоскость	8	4	4	8	0
Тема 2 Функции комплексного переменного (ФКП). Функции аналитические и гармонические	8	4	4	8	0
Тема 3 Конформные отображения	11	5	5	10	1
Тема 4 Интеграл	7	3	3	6	1
Тема 5 Ряды	5	2	2	4	1
Тема 6 Ряды Лорана. Особые точки	9	4	4	8	1
Тема 7 Теория вычетов	13	6	6	12	1
Тема 8 Приложение теории вычетов к вычислению некоторых определенных интегралов	9	4	4	8	1
Аттестация	36				
КСР	2				2
Итого	108	32	32	66	6

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1

Введение. Комплексная плоскость

Тема 2

Функции комплексного переменного (ФКП). Функции аналитические и гармонические

Тема 3

Конформные отображения

Тема 4

Интеграл

Тема 5

Ряды

Тема 6

Ряды Лорана. Особые точки

Тема 7

Теория вычетов

Тема 8

Приложение теории вычетов к вычислению некоторых определенных интегралов

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Самостоятельная работа заключается в ознакомлении с теоретическим материалом по учебникам и учебным пособиям, указанным в списке литературы, решении практических задач.

Контроль самостоятельной работы - контрольная работа (по темам 1,2,3,4,5,6,7), домашние задания.

В частности, важной составляющей изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся при подготовке к практическим занятиям по дисциплине с целью их наиболее эффективного проведения. При этой подготовке обучающиеся дополнительно самостоятельно изучают те разделы теоретического материала, которые являются базовыми при проведении очередной контрольной работы. Это дополнительное самостоятельное изучение, прежде всего, основано на углубленном самостоятельном изучении соответствующих разделов книг, учебно-методических пособий приведенных в списках основной и дополнительной литературы. Кроме того, при указанном дополнительном самостоятельном изучении можно использовать и доступные ресурсы сети Интернет, так как они являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам. Одними из возможных ресурсов для этой цели являются те, которые указаны в списке программного обеспечения и Интернет-ресурсов ниже в разделе.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

Вариант 1

Вариант 2

1. Вычислить интеграл $\int_0^{2\pi} \frac{dt}{(3+2\cos t)^2}$.
2. Какая линия определяется уравнением $\operatorname{Re}(z^2 - \bar{z}) = 0$.
3. Отобразить верхнюю полуплоскость $\operatorname{Im} z > 0$ на единичный круг $|w| < 1$ так, чтобы $w(i) = 0$, $\arg w'(i) = -\frac{\pi}{2}$.

Вариант 3

1. Вычислить интеграл $\oint_{|z+1|=2} \frac{\sin^2 z - 3}{z^2 + 2\pi z} dz$.
2. Вычислить $(-3 - 2i)^{32}$.
3. Найти дробно-линейную функцию, переводящую точки $-1; 0; 1$ соответственно в точки $1; i; -1$ и выяснить, во что при этом отображении переходит верхняя полуплоскость.

Вариант 4

1. Вычислить интеграл $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\sin 2x}{(x^2 - x + 1)^2} dx$.
2. Решить уравнение $e^{ix} = \cos \pi x$.
3. Во что преобразуется кольцо $1 < |z| < 2$ при отображении функцией $w = \frac{z}{z-1}$.

Вариант 5

1. Вычислить $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{((x-1)\sin x)}{(x^2+9)^2} dx$.
2. Во что преобразуется квадрант $x > 0, y > 0$ при отображении функцией $w = \frac{z-i}{z+i}$.
3. Найти все решения уравнения: $z^8 = 1 + i$.

Вариант 6

1. Вычислить интеграл $\oint_{|z-1|=2} \frac{z^2+1}{(z^2+4)\sin \frac{\pi}{3}} dz$.
2. Определить кривую, заданную уравнением: $z = t + i\sqrt{1-t^2}$, $-1 \leq t \leq 1$.
3. Найти дробно-линейную функцию, переводящую точки $-1; 0; 1$ соответственно в точки $1; i; -1$ и выяснить, во что при этом отображении переходит верхняя полуплоскость.

Вариант 7

1. Вычислить интеграл $\int_0^{2\pi} \frac{dt}{4\sin t + 5}$.
2. Определить аналитическую функцию f , если $u = x^2 - y^2 + 2x$.
3. Отобразить верхнюю полуплоскость $\text{Im} z > 0$ на единичный круг $|w| < 1$ так, чтобы $w(i) = 0$, $\arg w'(i) = -\frac{\pi}{2}$.

Вариант 8

1. Вычислить интеграл $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{x^2}{(x^2+11)^2} dx$.
2. Исследовать на аналитичность в области определения функцию $f(z) = |z|^2 + 2z$.
3. Во что преобразуется кольцо $1 < |z| < 2$ при отображении функцией $w = \frac{z-i}{z-1}$.

Вариант 9

1. Вычислить интеграл $\int_C |z| \bar{z} dz$, где C — замкнутый контур, состоящий из верхней полуокружности $|z| = 1$ и отрезка $-1 \leq x \leq 1$, $y = 0$.
2. Во что преобразуется квадрант $x > 0$, $y > 0$ при отображении функцией $w = \frac{z-i}{z+i}$.
3. Найти все значения корня и построить их: $\sqrt[5]{\sqrt{2}(\cos \frac{\pi}{6} + i \sin \frac{\pi}{6})}$.

Вариант 10

1. Вычислить интеграл $\int_C |z| dz$, где C — полуокружность $|z| = 1$, $-\frac{\pi}{2} \leq \arg z \leq \frac{\pi}{2}$ (начало пути в точке $z = -i$).
2. Вычислить $(-3 - 2i)^{32}$.
3. Найти дробно-линейную функцию, переводящую точки $-1; 0; 1$ соответственно в точки $1; i; -1$ и выяснить, во что при этом отображении переходит верхняя полуплоскость.

Вариант 11

1. Вычислить интеграл $\int_C y dz$, где C — окружность $|z - 2| = 2$.
2. Какая линия определяется уравнением $\operatorname{Re}(z^2 - \bar{z}) = 0$.
3. Отобразить верхнюю полуплоскость $\operatorname{Im} z > 0$ на единичный круг $|w| < 1$ так, чтобы $w(i) = 0$, $\arg w'(i) = -\frac{\pi}{2}$.

Вариант 12

1. Вычислить интеграл $\int_C y dz$, где C — полуокружность $|z| = 1$, $0 \leq \arg z \leq \pi$ (начало пути в точке $z = 1$).
2. Решить уравнение $e^{ix} = \cos \pi x$.
3. Во что преобразуется кольцо $1 < |z| < 2$ при отображении функцией $w = \frac{z}{z-1}$.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Ответ полный и правильный на основании изученной теории; теоретический материал и решение поставленных задач изложены в необходимой логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный. Могут быть допущены две-три несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя.
не зачтено	не зачтено Ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				

(индикатор достижения)							
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»

	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. Понятие комплексного числа, арифметические действия над комплексными числами, геометрическое изображение комплексных чисел, тригонометрическая и показательная формы записи комплексного числа, формулы Муавра.
2. Понятие стереографической проекции. Связь координат точки и координат ее стереографической проекции.
3. Понятие функции комплексного переменного. Предел и непрерывность функции комплексного переменного. Понятие производной функции комплексного переменного. Критерий дифференцируемости.
4. Гармонические функции и их связь с аналитическими функциями.
5. Геометрический смысл модуля и аргумента производной функции, понятие конформного отображения.
6. Дробно-линейное преобразование, конформность дробно-линейного преобразования.
7. Дробно-линейное преобразование, круговое свойство.
8. Дробно-линейное преобразование, теорема о единственности дробно-линейного преобразования (инвариант дробно-линейного преобразования).
9. Дробно-линейное преобразование, теорема о неподвижных точках дробно-линейного преобразования.
10. Дробно-линейное преобразование, теорема о симметричных точках.
11. Дробно-линейное преобразование, автоморфизм полуплоскости на круг, автоморфизм круга в себя.
12. Степенная функция, ее свойства.
13. Функция Жуковского, ее свойства.

14. Показательная и логарифмическая функции, их свойства.
15. Определение интеграла от функции $f(z)$ по контуру Γ . Формула вычисления. Свойства. Существование интеграла от комплексной функции.
16. Интегральная теорема Коши для односвязной области.
17. Теорема о производной интеграла по верхнему пределу.
18. Понятие первообразной и неопределенного интеграла. Теорема о множестве всех первообразных. Формула Ньютона-Лейбница.
19. Интегральная теорема Коши для многосвязной области.
20. Интегральная формула Коши для односвязной области.
21. Интегральная формула Коши для многосвязной области.
22. Интегральная формула Коши для производных функции.
23. Бесконечная дифференцируемость аналитических и гармонических функций.
24. Теорема Коши-Адамара.
25. Первая лемма Абеля.
26. Вторая лемма Абеля.
27. Первая теорема Вейерштрасса о рядах аналитических функций.
28. Теорема Тейлора.
29. Теорема о радиусе сходимости ряда Тейлора.
30. Внутренняя теорема единственности аналитической функции.
31. Принцип максимума модуля аналитической функции.
32. Теорема Лорана.
33. Классификация изолированных особых точек. Поведение функции в проколотой окрестности изолированной особой точки.
34. Теорема Сохоцкого
35. Определение вычета функции $f(z)$ в изолированной особой точке. Основная теорема о вычетах.
36. Определение вычета функции $f(z)$ в изолированной особой точке. Теорема о вычислении вычета в полюсе.

37. Определение вычета функции $f(z)$ в изолированной особой точке. Теорема о сумме вычетов относительно всех особых точек, включая бесконечно удалённую.

38. Лемма Жордана.

39. Понятие логарифмического вычета и формула для его вычисления.

40. Теорема Руше.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

- 1) Отобразить круг $|z| < 1$ с разрезом по отрезку $[0, 1]$ на вертикальную полосу шириной 1.
- 2) Вычислить интеграл $\int_0^{\infty} \frac{\cos x}{(x^2+1)^3} dx$.
- 3) Найти функцию, отображающую полуплоскость $\operatorname{Im} z > 1$ с удаленным кругом $|z - 2i| < 1$ на полосу $0 < \operatorname{Re} w < 1$.
- 4) Вычислить интеграл $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{x^2+2}{x^4+7x^2+12} dx$.
- 5) Найти отображение области $G = \{z \in \mathbb{C}: |z| > 2, |z - \sqrt{2}| < \sqrt{2}\}$ на верхнюю полуплоскость.
- 6) Вычислить интеграл $\oint_C \frac{\sin 3z + 2}{z^2(z-\pi)} dz$, где $C: |z - 3| = 1$.
- 7) Найти образ области $G = \{z \in \mathbb{C}: 0 < \operatorname{Im} z < \frac{\pi}{2}\}$ при конформном отображении $w = e^z$.
- 8) Вычислить интеграл $\oint_C \frac{\sin^2 3z - 3}{z^2 + 2\pi z} dz$, где $C: |z + 1| = 2$.
- 9) Найти конформное отображение области $G = \{z \in \mathbb{C}: |z| < 1, \left|z - \frac{i}{2}\right| < \frac{1}{2}\}$ на верхнюю полуплоскость.
- 10) Вычислить интеграл $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\cos 5x}{(x^2+1)^2(x^2+4)} dx$.
- 11) Отобразить на верхнюю полуплоскость полосу, ограниченную прямыми $y = x$ и $y = x + 3$.
- 12) Вычислить интеграл $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{(x^2+3)^2(x^2+15)^2} dx$.
- 13) Отобразить с помощью функции $w = e^z$ полуполосу $|\operatorname{Im} z| < \pi, \operatorname{Re} z > 0$ с разрезом по горизонтали $\operatorname{Im} z = \frac{\pi}{4}$ между точками $z_1 = 1 + \frac{\pi}{4}$ и $z_2 = \infty$.
- 14) Найти радиус сходимости каждого из следующих степенных рядов: 1) $\sum_0^{\infty} \frac{(2n)!}{(n!)^2} z^n$; 2) $\sum_0^{\infty} \frac{(z-i)^{3n}}{3^n + n^2}$.
- 15) Отобразить с помощью функции $w = z^2$ полуплоскость $\operatorname{Im} z > 0$ с разрезами $(0; i)$ и $(2i; \infty)$ вдоль мнимой оси.
- 16) Вычислить интеграл $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{x^2+1}{(x^2+x+1)^2} dx$.
- 17) Отобразить с помощью функции $w = z^2$ сектор $0 < \arg z < \frac{\pi}{2}, |z| < 1$ с разрезом $\left(0; \frac{1}{2}(1+i)\right)$ по лучу $\arg z = \frac{\pi}{4}$.

- 18) Вычислить интеграл $\int_0^{\infty} \frac{x \sin 3x}{(x^2+4)^2} dx$.
- 19) Отобразить с помощью функции $w = e^z$ полуполосу $0 < \operatorname{Im} z < \pi, \operatorname{Re} z > 0$ с разрезом $\left(\frac{\pi}{2}i; 1 + \frac{\pi}{2}i\right)$.
- 20) Вычислить интеграл $\int_0^{\infty} \frac{\cos x}{(x^2+1)^3} dx$.
- 21) Отобразить с помощью функции $w = z^2$ полуплоскость $\operatorname{Im} z > 0$ с удалённым полукругом $|z| \leq 1, \operatorname{Im} z \geq 0$ с разрезом $(i; 2i)$ по мнимой оси.
- 22) Вычислить интеграл $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{x^2+2}{x^4+7x^2+12} dx$.
- 23) Отобразить с помощью функции $w = \frac{1}{z}$ область, ограниченную линиями: $x = 0, y = 0, y - x = 1$.
- 24) Вычислить интеграл $\oint_C \frac{\sin 3z+2}{z^2(z-\pi)} dz$, где $C: |z-3| = 1$.
- 25) Отобразить с помощью функции $w = \frac{1}{z}$ полосу, ограниченную линиями: $x = 0, x = 1$.
- 26) Вычислить интеграл $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{x \cos x}{x^2-2x+10} dx$.
- 27) Отобразить с помощью функции $w = \frac{1}{z}$ первый координатный угол с удалённым полукругом $|z-i| \leq 1, \operatorname{Re} z \geq 0$.
- 28) Вычислить интеграл $\int_0^{2\pi} \frac{dt}{(3+2 \cos t)^2}$.
- 29) Найти конформное отображение области $|z+i| < 1, \operatorname{Re} z > 0$ на первый координатный угол.
- 30) Вычислить интеграл $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{(1+x^2)^3} dx$.
- 31) Найти образ области $G: |z-1| < \sqrt{2}$ с помощью функции $w = \frac{z-i}{z+i}$.
- 32) Вычислить интеграл $\oint_C \frac{tg z+2}{4z^2+\pi z} dz$, где $C: |z+1| = \frac{1}{2}$.
- 33) Найти конформное отображение области $|z| < 1, \operatorname{Im} z > 0$ на $|w| < 1$.
- 34) Вычислить интеграл $\int_0^{2\pi} \frac{dt}{2+\sqrt{3} \sin t}$.
- 35) Вычислить интегралы вдоль отрезка прямой с началом в точке $z_1 = 0$ и концом $z_2 = \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}i$ от функции $f(z) = e^{z^2} \operatorname{Re} z$.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без

Оценка	Критерии оценивания
	ошибок
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Маркушевич Алексей Иванович. Краткий курс теории аналитических функций : учеб. пособие. - 4-е изд., испр. и доп. - М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1978. - 416 с. - 1.30., 43 экз.
2. Лаврентьев Михаил Алексеевич. Методы теории функций комплексного переменного : учеб. пособие для студентов ун-тов, обучающихся по специальностям "Математика", "Физика", "Механика". - Изд. 5-е, испр. - М. : Наука, 1987. - 688 с. : ил. - 1.80., 42 экз.
3. Шабат Борис Владимирович. Введение в комплексный анализ : [учеб. для мех.-мат. специальностей ун-тов : в 2 ч.]. Ч. 1. Функции одного переменного. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1985. - 336 с. : ил. - 0.95., 2 экз.
4. Волковский Лев Израилевич. Сборник задач по теории функций комплексного переменного : учеб. пособие для студентов вузов. - Изд. 4-е, перераб. - М. : Физматлит, 2006. - 312 с. - ISBN 5-9221-0264-8 : 143.99., 78 экз.

Дополнительная литература:

1. Сидоров Юрий Викторович. Лекции по теории функций комплексного переменного : [учеб. для инженер.-физ. и физ.-техн. специальностей вузов]. - 3-е изд., испр. - М. : Наука, 1989. - 477 с. : ил. - 1.30., 29 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Znaniyum.com (математика) <http://www.znaniyum.com/>
2. Лань (математика) <http://e.lanbook.com/>
3. Юрайт (математика) <http://www.biblio-online.ru/>

4. Консультант студента (математика) <http://www.studentlibrary.ru/>
5. Университетская библиотека online – архив научной классики <http://www.biblioclub.ru/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.03 - Прикладная механика.

Автор(ы): Митрякова Татьяна Михайловна, кандидат физико-математических наук, доцент.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 10.10.2023 г., протокол № 2.