

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Радиофизический факультет

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого совета ННГУ  
протокол № 6 от 31.05.2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Теория функций комплексного переменного

---

Уровень высшего образования  
Специалитет

---

Направление подготовки / специальность  
11.05.02 - Специальные радиотехнические системы

---

Направленность образовательной программы  
Радиотехнические системы и комплексы сбора и обработки информации

---

Форма обучения  
очная

---

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.10 Теория функций комплексного переменного 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 использовать в профессиональной деятельности основные законы естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии	ОПК-1.1: Разбирается в основных разделах математических и естественнонаучных дисциплин. ОПК-1.2: Применяет основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований	ОПК-1.1: Знать: основных разделах математических и естественнонаучных дисциплин Уметь: разбираться в основных разделах математических и естественнонаучных дисциплин Владеть: навыками применения знаний по математическим и естественнонаучным дисциплинам при решении практических задач  ОПК-1.2: Знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований Уметь: применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных	Контрольная работа	Экзамен: Контрольные вопросы Задачи

		исследований Владеть: навыками применения основных законов естественнонаучных дисциплин, методов математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований		
--	--	--	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>4</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>144</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	2
<b>самостоятельная работа</b>	<b>33</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>45</b> <b>экзамен</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

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

Наименование и краткое содержание 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	11	4	4	8	3
Тема 2 Функции комплексного переменного (ФКП) Функции аналитические и гармонические	11	4	4	8	3
Тема 3 Конформные отображения	13	4	4	8	5
Тема 4 Интеграл	13	4	4	8	5

Тема 5 Ряды	13	4	4	8	5
Тема 6 Ряды Лорана. Особые точки	12	4	4	8	4
Тема 7 Теория вычетов	12	4	4	8	4
Тема 8 Начала операционного исчисления	12	4	4	8	4
Аттестация	45				
КСР	2			2	
Итого	144	32	32	66	33

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

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.

1. Найти все значения корня и построить их:  $\sqrt[5]{\sqrt{2}(\cos\frac{\pi}{6} + i\sin\frac{\pi}{6})}$ .
2. Найти  $r$  и  $argz$ :  $z = 3^{2-i}$ .
3. Найти  $(-1)^{\sqrt{2}}$ .
4. Выяснить, является ли функция  $w = |z| \cdot \bar{z}$  аналитической хотя бы в одной точке.
5. Найти область плоскости ( $w$ ), на которую функция  $w = z^2 + 1$  отображает область  $D$ : четверть круга  $|z| < 1$ ,  $0 < argz < \frac{\pi}{2}$  плоскости ( $z$ ).
6. Найти функцию, отображающую полосу  $-\infty < Rez < +\infty$ ,  $0 < Imz < \frac{\pi}{2}$  на плоскость  $w$  с разрезами  $-\infty < u \leq -1$ ,  $v = 0$  и  $1 \leq u < +\infty$ ,  $v = 0$ .

### Вариант 2.

1. Вычислить  $(2 - 2i)^{32}$ .
2. Найти множество точек на плоскости комплексного переменного ( $z$ ), которое определяется условием  $Imz^2 < 1$ .
3. Найти модуль и аргумент комплексного числа  $10^i$ .
4. Пользуясь условиями Коши-Римана выяснить, является ли функция  $w = \bar{z} \cdot Imz$  аналитической хотя бы в одной точке.
5. Найти область плоскости ( $w$ ), на которую функция  $w = e^{2z}$  отображает область  $D$ :  $0 < Imz < \frac{\pi}{4}$ ,  $Rez < 0$ .
6. Найти функцию, отображающую  $0 < Imz < \pi$ ,  $Rez > 0$  на  $Imz > 0$ .

### Вариант 3.

1. Представить в алгебраической форме  $Ln(-1 + i)$ .
2. Какая линия определяется уравнением  $Re(z^2 - \bar{z}) = 0$ .
3. Найти модуль и аргумент комплексного числа  $3^{2-i}$ .
4. Пользуясь условиями Коши-Римана выяснить, является ли функция  $w = |z| \cdot Imz$  аналитической хотя бы в одной точке.
5. Найти область плоскости  $w$ , на которую функция  $w = lnz + 1$  отображает область  $D$ : часть кругового кольца  $1 < |z| < e$ , заключенная в угле  $0 < argz < e$ .
6. Найти функцию, отображающую  $a < Rez < b$ ,  $a > 0$  на  $Imz > 0$ .

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	100 %-ное выполнение контрольных заданий
отлично	Выполнение контрольных заданий на 90% и выше
очень хорошо	Выполнение контрольных заданий от 80 до 90%
хорошо	Выполнение контрольных заданий от 70 до 80%
удовлетворительно	Выполнение контрольных заданий от 50 до 70%
неудовлетворительно	Выполнение контрольных заданий до 50%

Оценка	Критерии оценивания
плохо	Выполнение контрольных заданий менее 20 %

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

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<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	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы 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	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

	ответа		и недочетами	недочетами		недочетов	
--	--------	--	-----------------	------------	--	-----------	--

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	<b>превосходно</b>	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
	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	<b>удовлетворительно</b>	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	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации

#### 5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

#### Оценочное средство - Контрольные вопросы

#### Экзамен

#### Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Экзамен)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом. Обучающийся дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, полностью справился с решением предложенных в билете задач. Обучающийся активно работал на практических занятиях. 100 %-ное выполнение контрольных экзаменационных заданий
отлично	Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Обучающийся дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета,

Оценка	Критерии оценивания
	полностью справился с решением предложенных в билете задач. Обучающийся активно работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий на 90% и выше
очень хорошо	Хорошая подготовка. Обучающийся дал ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях и формулировках теорем, утверждений и т.п. Обучающийся активно работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 80 до 90%
хорошо	В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Обучающийся дал полный ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях и формулировках теорем, утверждений и т.п. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Обучающийся работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 70 до 80%.
удовлетворительно	Минимально достаточный уровень подготовки. Обучающийся показывает минимальный уровень теоретических знаний, делает существенные ошибки при решении задач, но при ответах на наводящие вопросы, может правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ или предложить другой путь решения задачи. Обучающийся посещал практические занятия. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 50 до 70%.
неудовлетворительно	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Обучающийся дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Обучающийся пропустил большую часть практических занятий. Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50%
плохо	Подготовка абсолютно недостаточная. Обучающийся не отвечает на поставленные вопросы. Обучающийся отсутствовал на большинстве лекций и практических занятий. Выполнение контрольных экзаменационных заданий менее 20 %.

**Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ОПК-1** (Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии)

**Вопрос**

**Код компетенции**  
(согласно РПД)

1. Понятие комплексного числа, арифметические действия над комплексными

ОПК-1

Вопрос	Код компетенции (согласно РПД)
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.	ОПК-1
3. Понятие функции комплексного переменного. Предел и непрерывность функции комплексного переменного. Понятие производной функции комплексного переменного. Критерий дифференцируемости.	ОПК-1
4. Гармонические функции и их связь с аналитическими функциями.	ОПК-1
5. Геометрический смысл модуля и аргумента производной функции, понятие конформного отображения.	ОПК-1
6. Дробно-линейное преобразование, конформность дробно-линейного преобразования.	ОПК-1
7. Дробно-линейное преобразование, круговое свойство.	ОПК-1
8. Дробно-линейное преобразование, теорема о единственности дробно-линейного преобразования (инвариант дробно-линейного преобразования).	ОПК-1
9. Дробно-линейное преобразование, теорема о неподвижных точках дробно-линейного преобразования.	ОПК-1
10. Дробно-линейное преобразование, теорема о симметричных точках.	ОПК-1
11. Дробно-линейное преобразование, автоморфизм полуплоскости на круг, автоморфизм круга в себя.	ОПК-1
12. Степенная функция, ее свойства.	ОПК-1
13. Функция Жуковского, ее свойства.	ОПК-1
14. Показательная и логарифмическая функции, их свойства.	ОПК-1
15. Определение интеграла от функции $f(z)$ по контуру $\Gamma$ . Формула вычисления. Свойства. Существование интеграла от комплексной функции.	ОПК-1
16. Интегральная теорема Коши для односвязной области.	ОПК-1
17. Теорема о производной интеграла по верхнему пределу.	ОПК-1
18. Понятие первообразной и неопределенного интеграла. Теорема о множестве всех первообразных. Формула Ньютона-Лейбница.	ОПК-1
19. Интегральная теорема Коши для многосвязной области.	ОПК-1

Вопрос	Код компетенции (согласно РПД)
20. Интегральная формула Коши для односвязной области.	ОПК-1
21. Интегральная формула Коши для многосвязной области.	ОПК-1
22. Интегральная формула Коши для производных функции.	ОПК-1
23. Бесконечная дифференцируемость аналитических и гармонических функций.	ОПК-1
24. Теорема Коши-Адамара.	ОПК-1
25. Первая лемма Абеля.	ОПК-1
26. Вторая лемма Абеля.	ОПК-1
27. Первая теорема Вейерштрасса о рядах аналитических функций.	ОПК-1
28. Теорема Тейлора.	ОПК-1
29. Теорема о радиусе сходимости ряда Тейлора.	ОПК-1
30. Внутренняя теорема единственности аналитической функции.	ОПК-1
31. Принцип максимума модуля аналитической функции.	ОПК-1
32. Теорема Лорана.	ОПК-1
33. Классификация изолированных особых точек. Поведение функции в проколотой окрестности изолированной особой точки.	ОПК-1
34. Теорема Сохоцкого	ОПК-1
35. Определение вычета функции $f(z)$ в изолированной особой точке. Основная теорема о вычетах.	ОПК-1
36. Определение вычета функции $f(z)$ в изолированной особой точке. Теорема о вычислении вычета в полюсе.	ОПК-1
37. Определение вычета функции $f(z)$ в изолированной особой точке. Теорема о сумме вычетов относительно всех особых точек, включая бесконечно удалённую.	ОПК-1
38. Теорема о вычислении интеграла с помощью вычетов.	ОПК-1
39. Лемма Жордана.	ОПК-1
40. Теорема о вычислении интеграла с помощью вычетов.	ОПК-1

**Вопрос****Код компетенции**  
(согласно РПД)

41. Понятие логарифмического вычета и формула для его вычисления.

ОПК-1

42. Теорема Руше.

ОПК-1

**Оценочное средство - Задачи****Экзамен****Критерии оценивания (Задачи - Экзамен)**

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом. Обучающийся дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, полностью справился с решением предложенных в билете задач. Обучающийся активно работал на практических занятиях. 100 %-ное выполнение контрольных экзаменационных заданий
отлично	Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Обучающийся дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, полностью справился с решением предложенных в билете задач. Обучающийся активно работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий на 90% и выше
очень хорошо	Хорошая подготовка. Обучающийся дал ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях и формулировках теорем, утверждений и т.п. Обучающийся активно работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 80 до 90%
хорошо	В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Обучающийся дал полный ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях и формулировках теорем, утверждений и т.п. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Обучающийся работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 70 до 80%.
удовлетворительно	Минимально достаточный уровень подготовки. Обучающийся показывает минимальный уровень теоретических знаний, делает существенные ошибки при решении задач, но при ответах на наводящие вопросы, может правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ или предложить другой путь решения задачи. Обучающийся посещал практические занятия. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 50 до 70%.
неудовлетворительно	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Обучающийся дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Обучающийся пропустил большую часть практических занятий. Выполнение контрольных

Оценка	Критерии оценивания
	экзаменационных заданий до 50%
плохо	Подготовка абсолютно недостаточная. Обучающийся не отвечает на поставленные вопросы. Обучающийся отсутствовал на большинстве лекций и практических занятий. Выполнение контрольных экзаменационных заданий менее 20 %.

**Типовые задания (Задачи - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ОПК-1** (Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии)

#### Вариант 1

1. Вычислить  $\int_0^{\infty} \frac{\cos x}{(x^2+1)^3} dx$ .
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 2

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 3

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

#### 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  $Imz > 0$  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  $w = \frac{z}{z-1}$ .

### 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  $Re(z^2 - \bar{z}) = 0$ .
3. Отобразить верхнюю полуплоскость  $Im z > 0$  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  $w = \frac{z}{z-1}$ .

## 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. фак. ун-тов : в 2 ч.]. Ч. 1 : Функции одного переменного. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1976. - 320 с. : ил. - 0.76., 27 экз.

4. Волковыский 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. Znaniium.com (математика) <http://www.znaniium.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 специальности 11.05.02 - Специальные радиотехнические системы.

Автор(ы): Фокина Валентина Николаевна.

Заведующий кафедрой: .

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 25 мая 2023 г., протокол № 04/23.