



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«МИРЭА – Российский технологический университет»

**Общий факультет (Фрязино)**

УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала РТУ МИРЭА в г.  
Фрязино

\_\_\_\_\_ Макарова Л.А.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)  
Теория функций комплексного переменного**

Читающее подразделение	<b>кафедра общенаучных дисциплин</b>
Направление	<b>11.03.04 Электроника и нанoeлектроника</b>
Направленность	<b>Проектирование и технология электронных приборов и устройств</b>
Квалификация	<b>бакалавр</b>
Форма обучения	<b>очная</b>
Общая трудоемкость	<b>3 з.е.</b>

**Распределение часов дисциплины и форм промежуточной аттестации по семестрам**

Семестр	Зачётные единицы	Распределение часов							Формы промежуточной аттестации
		Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	Самостоятельная работа	Контактная работа в период практики и (или) аттестации	Контроль	
4	3	108	16	0	16	40	2,35	33,65	Экзамен

Программу составил(и):

*канд. физ.-мат. наук, доцент, Кузнецова Татьяна Анатольевна* \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**Теория функций комплексного переменного**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

составлена на основании учебного плана:

направление: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

направленность: «Проектирование и технология электронных приборов и устройств»

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**кафедра общенаучных дисциплин**

Протокол от 30.08.2021 № 1

Зав. кафедрой Щучкин Григорий Григорьевич \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры  
**кафедра общенаучных дисциплин**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2022 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
Подпись \_\_\_\_\_ Расшифровка подписи \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры  
**кафедра общенаучных дисциплин**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2023 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
Подпись \_\_\_\_\_ Расшифровка подписи \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры  
**кафедра общенаучных дисциплин**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
Подпись \_\_\_\_\_ Расшифровка подписи \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры  
**кафедра общенаучных дисциплин**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
Подпись \_\_\_\_\_ Расшифровка подписи \_\_\_\_\_

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина «Теория функций комплексного переменного» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций, предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника с учетом специфики направленности подготовки – «Проектирование и технология электронных приборов и устройств».

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Направление:	11.03.04 Электроника и наноэлектроника
Направленность:	Проектирование и технология электронных приборов и устройств
Блок:	Дисциплины (модули)
Часть:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
Общая трудоемкость:	3 з.е. (108 акад. час.).

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть компетенциями:

**УК-1** - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

**ПК-1** - Способен моделировать и разрабатывать комплекты конструкторской и технической документации на устройства и системы микро- и наноэлектроники

### ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

**ПК-1** : Способен моделировать и разрабатывать комплекты конструкторской и технической документации на устройства и системы микро- и наноэлектроники

**ПК-1.3** : Проектирует и разрабатывает конструкторскую и техническую документацию для электронных устройств и систем микро- и наноэлектроники

**Знать:**

- Теория функций комплексного переменного

**УК-1** : Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

**УК-1.1** : Осваивает методики поиска, сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности, метод системного анализа.

**Знать:**

- свойства функций комплексного переменного, описывающие математические модели конкретных процессов

**Уметь:**

- сформулировать профессиональную задачу на математическом языке, проводить расчеты в рамках построенной модели

**УК-1.2** : Применяет методики поиска, сбора и обработки информации, осуществляет критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, применяет системный подход для решения поставленных задач

**Знать:**

- методы решения сформулированной математической модели

**Уметь:**

- переводить профессиональную задачу на математический язык; составлять математические модели для конкретных процессов, возникающих в профессиональных задачах

**В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН****Знать:**

- методы решения сформулированной математической модели
- Теория функций комплексного переменного
- свойства функций комплексного переменного, описывающие математические модели конкретных процессов

**Уметь:**

- сформулировать профессиональную задачу на математическом языке, проводить расчеты в рамках построенной модели
- переводить профессиональную задачу на математический язык; составлять математические модели для конкретных процессов, возникающих в профессиональных задачах

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

При проведении учебных занятий организация обеспечивает развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений и лидерских качеств.

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Сем.	Часов	Компетенции
<b>1. Функции комплексного переменного</b>				
1.1	<b>Функции комплексного переменного (Лек).</b> Комплексные функции. Комплексная плоскость. Комплексная функция, ее геометрический смысл как отображение одной комплексной плоскости на другую. Основные элементарные функции комплексного переменного. Понятие о многозначной функции, комплексный логарифм, комплексный корень.	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.3
1.2	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Комплексные числа и функции. Повторение теории комплексных чисел. Задание областей на комплексной плоскости. Извлечение корней, вычисление значений экспоненты, тригонометрических и гиперболических функций, логарифмов на комплексной плоскости. Свойства основных элементарных функций. Выделение действительной и мнимой частей комплексной функции.	4	2	УК-1.1, УК-1.2
1.3	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Изучение пройденного материала	4	1	УК-1.1, УК-1.2

<b>1.4</b>	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Решение задач из типового расчета на пройденные темы, согласно варианту, который выдал преподаватель: "Комплексные функции. Комплексная плоскость. Комплексная функция, ее геометрический смысл как отображение одной комплексной плоскости на другую. Основные элементарные функции комплексного переменного. Понятие о многозначной функции, комплексный логарифм, комплексный корень."	4	4	УК-1.1, УК-1.2
<b>2. Регулярные функции.</b>				
<b>2.1</b>	<b>Регулярные функции. (Лек).</b> Производная от функции комплексного переменного. Приращение комплексной функции. Предел и непрерывность комплексной функции. Дифференциал функции. Алгебраическое определение аналитической функции, условия Коши-Римана. Производная комплексной функции, ее вычисление. Свойства производной. Гармоничность вещественной и мнимой частей регулярной функции.	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.3
<b>2.2</b>	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Регулярные функции. Таблица основных производных, её проверка с помощью условий Коши-Римана. Вычисление производных. Связь регулярных и гармонических функций.	4	2	УК-1.1, УК-1.2
<b>2.3</b>	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Изучение пройденного материала	4	1	УК-1.1, УК-1.2
<b>2.4</b>	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Решение задач из типового расчета на пройденные темы, согласно варианту, который выдал преподаватель: "Производная от функции комплексного переменного. Приращение комплексной функции. Предел и непрерывность комплексной функции. Дифференциал функции. Алгебраическое определение аналитической функции, условия Коши-Римана. Производная комплексной функции, ее вычисление. Свойства производной. Гармоничность вещественной и мнимой частей регулярной функции."	4	4	УК-1.1, УК-1.2
<b>3. Конформные отображения</b>				
<b>3.1</b>	<b>Конформные отображения (Лек).</b> Геометрический смысл модуля и аргумента производной. Понятие о конформном отображении. Примеры конформных отображений.	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.3
<b>3.2</b>	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Геометрический смысл производной. Задачи на геометрический смысл модуля и аргумента производной. Примеры конформных отображений. Рассматриваются простые примеры конформных отображений, определяемых регулярными функциями (линейная, степенная функция, экспонента и другие).	4	2	УК-1.1, УК-1.2

3.3	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Изучение пройденного материала	4	1	УК-1.1, УК-1.2
3.4	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Решение задач из типового расчета на пройденные темы, согласно варианту, который выдал преподаватель: "Геометрический смысл модуля и аргумента производной. Понятие о конформном отображении. Примеры конформных отображений."	4	4	УК-1.1, УК-1.2
<b>4. Интегрирование комплексных функций</b>				
4.1	<b>Интегрирование комплексных функций (Лек).</b> Интегрирование комплексных функций. Криволинейный интеграл в комплексной плоскости, его выражение через вещественные интегралы. Свойства интеграла: линейность, аддитивность, теорема об оценке, зависимость от направления по кривой. Теорема Коши для односвязной и многосвязной областей. Независимость интеграла регулярной функции от выбора пути интегрирования. Первообразная, формула Ньютона-Лейбница. Интегральная формула Коши. Интегральная формула Коши для регулярной функции. Интегральные формулы Коши для производных. Теорема о существовании у регулярной функции производных любого порядка.	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.3
4.2	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Комплексные интегралы. Вычисление интегралов на комплексной плоскости.	4	2	УК-1.1, УК-1.2
4.3	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Изучение пройденного материала	4	1	УК-1.1, УК-1.2
4.4	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Решение задач из типового расчета на пройденные темы, согласно варианту, который выдал преподаватель: "Интегрирование комплексных функций. Криволинейный интеграл в комплексной плоскости, его выражение через вещественные интегралы. Свойства интеграла: линейность, аддитивность, теорема об оценке, зависимость от направления по кривой. Теорема Коши для односвязной и многосвязной областей. Независимость интеграла регулярной функции от выбора пути интегрирования. Первообразная, формула Ньютона-Лейбница. Интегральная формула Коши. Интегральная формула Коши для регулярной функции. Интегральные формулы Коши для производных. Теорема о существовании у регулярной функции производных любого порядка."	4	4	УК-1.1, УК-1.2

<b>5. Ряды Тейлора и Лорана</b>				
<b>5.1</b>	<b>Ряды Тейлора и Лорана (Лек).</b> Комплексные ряды. Комплексный числовой ряд. Его сходимость. Признаки Даламбера и Коши. Комплексный степенной ряд. Теорема Абеля. Ряды Тейлора и Лорана. Ряд Тейлора регулярной функции, интегральное и дифференциальное выражение его коэффициентов. Радиус сходимости ряда Тейлора. Ряд Лорана, его область сходимости. Разложение функции в ряд Тейлора. Теорема единственности разложения функции в ряд Лорана.	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.3
<b>5.2</b>	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Разложение регулярных функций в ряд Тейлора, его круг сходимости, исследование поведения ряда на границе круга сходимости (наличие особой точки). Разложение функции, регулярной в кольце, в ряд Лорана, использование известных степенных разложений.	4	2	УК-1.1, УК-1.2
<b>5.3</b>	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Изучение пройденного материала	4	1	УК-1.1, УК-1.2
<b>5.4</b>	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Решение задач из типового расчета на пройденные темы, согласно варианту, который выдал преподаватель: "Комплексные ряды. Комплексный числовой ряд. Его сходимость. Признаки Даламбера и Коши. Комплексный степенной ряд. Теорема Абеля. Ряды Тейлора и Лорана. Ряд Тейлора регулярной функции, интегральное и дифференциальное выражение его коэффициентов. Радиус сходимости ряда Тейлора. Ряд Лорана, его область сходимости. Разложение функции в ряд Тейлора. Теорема единственности разложения функции в ряд Лорана."	4	4	УК-1.1, УК-1.2
<b>6. Изолированные особые точки</b>				
<b>6.1</b>	<b>Изолированные особые точки (Лек).</b> Изолированная особая точка комплексной функции. Разложение в ряд Лорана в окрестности особой точки. Классификация особых точек по структуре главной части ряда Лорана. Характеристика особых точек пределами функции в этих точках. Ноль регулярной функции, его кратность. Определение кратности нуля по производным и по ряду Лорана. Классификация полюсов по их порядку. Связь полюса с нулем обратной функции.	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.3
<b>6.2</b>	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Изолированные особые точки. Исследование изолированных особых точек функции с помощью ряда Лорана, по пределу функции в этой точке. Связь между нулём и полюсом, определение кратности нуля и порядка полюса. Исследование поведения функции на бесконечности.	4	2	УК-1.1, УК-1.2



6.3	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Изучение пройденного материала	4	1	УК-1.1, УК-1.2
6.4	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Решение задач из типового расчета на пройденные темы, согласно варианту, который выдал преподаватель: "Изолированная особая точка комплексной функции. Разложение в ряд Лорана в окрестности особой точки. Классификация особых точек по структуре главной части ряда Лорана. Характеристика особых точек пределами функции в этих точках. Нуль регулярной функции, его кратность. Определение кратности нуля по производным и по ряду Лорана. Классификация полюсов по их порядку. Связь полюса с нулем обратной функции."	4	4	УК-1.1, УК-1.2
<b>7. Вычеты</b>				
7.1	<b>Вычеты (Лек).</b> Вычеты. Вычет регулярной функции в особой и неособой точках. Основная теорема о вычетах. Определение вычета по ряду Лорана. Вычисление вычета в устранимой особой точке, в простом и кратном полюсе. Понятие о вычете в бесконечности.	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.3
7.2	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Вычеты. Основная теорема о вычетах. Определение вычетов в особых точках по ряду Лорана. Вычисление вычетов в полюсах с помощью пределов, по формуле вычета дроби для простого полюса, по общей формуле вычета. Вычисление контурных интегралов с помощью основной теоремы о вычетах.	4	2	УК-1.1, УК-1.2
7.3	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Изучение пройденного материала	4	1	УК-1.1, УК-1.2
7.4	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Решение задач из типового расчета на пройденные темы, согласно варианту, который выдал преподаватель: "Вычеты. Вычет регулярной функции в особой и неособой точках. Основная теорема о вычетах. Определение вычета по ряду Лорана. Вычисление вычета в устранимой особой точке, в простом и кратном полюсе. Понятие о вычете в бесконечности."	4	4	УК-1.1, УК-1.2
<b>8. Приложения вычетов</b>				
8.1	<b>Приложения вычетов (Лек).</b> Вычисление контурных интегралов с помощью вычетов. Вычисление несобственных интегралов по вещественной оси. Лемма Жордана. Логарифмические вычеты. Логарифмический вычет. Теорема о логарифмическом вычете. Принцип аргумента. Теорема Руше и ее использование. Интегральные преобразования. Обращение преобразования Лапласа. Вычисление оригиналов с помощью вычетов.	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.3

<b>8.2</b>	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Применения вычетов. Задачи на вычисление интегралов по вещественной оси с помощью основной теоремы о вычетах и леммы Жордана. Задача на определение числа корней многочлена, лежащих в заданной области комплексной плоскости. Обращение преобразования Лапласа с помощью вычетов. Вычисление преобразования Фурье с помощью вычетов.	4	2	УК-1.1, УК-1.2
<b>8.3</b>	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Изучение пройденного материала	4	1	УК-1.1, УК-1.2
<b>8.4</b>	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Решение задач из типового расчета на пройденные темы, согласно варианту, который выдал преподаватель: "Вычисление контурных интегралов с помощью вычетов. Вычисление несобственных интегралов по вещественной оси. Лемма Жордана. Логарифмические вычеты. Логарифмический вычет. Теорема о логарифмическом вычете. Принцип аргумента. Теорема Руше и ее использование. Интегральные преобразования. Обращение преобразования Лапласа. Вычисление оригиналов с помощью вычетов."	4	4	УК-1.1, УК-1.2
<b>9. Промежуточная аттестация (экзамен)</b>				
<b>9.1</b>	<b>Подготовка к сдаче промежуточной аттестации (Экзамен).</b>	4	33,65	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.3
<b>9.2</b>	<b>Контактная работа с преподавателем в период промежуточной аттестации (КрПА).</b>	4	2,35	УК-1.1, УК-1.2, ПК-1.3

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### 5.1. Перечень компетенций

Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Теория функций комплексного переменного», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы

### 5.2. Типовые контрольные вопросы и задания

Примеры вопросов к лекциям 1-3:

Тригонометрическая и показательная форма комплексного числа, корни  $n$ -ой степени из комплексного числа.

В чем заключаются условия дифференцируемости функций комплексного переменного?

Какие функции комплексного переменного называются аналитическими?

Геометрический смысл модуля и аргумента производной функции комплексного переменного, как он используется в конформных отображениях?

В каких областях науки и производства используются конформные отображения?

Примеры вопросов к лекции 4:

Как связан интеграл от функции комплексного переменного с криволинейными интегралами от функций действительного переменного?

Интегральная формула Коши для регулярной функции и для производной  $n$ -го порядка.

Останется ли справедливой для функций действительного переменного теорема о существовании у регулярной функции производных любого порядка?

## Примеры вопросов к лекциям 5-6:

Применяются ли признаки Даламбера и Коши радикальный для нахождения области сходимости для комплексного степенного ряда?

Как формулируется теорема Абеля для комплексных и действительных степенных рядов?

В чем заключаются условия разложения функции в ряд Тейлора и в ряд Лорана?

Как определить тип изолированной особой точки?

## Примеры вопросов к лекциям 7-8:

Понятие вычета в конечной точке и бесконечно удаленной точке, две основные теоремы о вычетах.

Как с помощью вычетов можно исследовать на сходимость несобственные интегралы?

Как с помощью вычетов найти оригиналы по изображениям, преобразование Фурье?

## Примеры практических заданий по разделу 1-3

Найти все корни  $(1/16)^{1/4}$

Найти действительную и мнимую часть комплексного числа  $z = \sqrt[3]{(i+1)\sqrt{1-i}}$

Изобразить область:  $|z+i| < 2$

Найти все решения уравнения, изобразить на комплексной плоскости  $z^3 = 1 - \sqrt{3}i$ .

Найти образ множества  $E$  при заданном отображении  $E: -\pi/2 < \text{Im}z < \pi/2, W = e^z$ .

Найти образ кривой  $C$  при заданном отображении  $C: |z|=4, w = 1/z$ .

Выяснить аналитичность:  $z \sin z$ . Если она аналитическая, то найти её производную.

## Примеры практических заданий по разделу 4

Вычислить интегралы:

A.  $\int_{AB} \text{Re}(z^2) dz$   $\{y=x, z_A=0, z_B=2+i\}$

B.  $\int_{|z|=1/2} (z-2)/(z^3-2z^2-3z) dz$

## Примеры практических заданий по разделу 5

1. Разложить в ряд Лорана функцию  $f(z) = \sin z/(z-1)$  в окрестности точки:

а)  $z_0=1$ , установить область сходимости полученного ряда, тип точки, найти вычет функции в этой точке;

б)  $z_0=\infty$ , разложение, тип точки, найти вычет функции в этой точке.

2. Указать все конечные особые точки функции  $f(z) = (z-\pi/4)/(\text{ctg}z-1)$ , определить их тип, найти вычеты.

## Пример практического задания по разделу 6-8

1. Вычислить  $\int_{|z+1-i|=5/4} \cos z/z(z+1) dz$

2. Вычислить:  $\int_0^\infty dx/(1+x^3)$ ;

3. Найти оригинал по данному изображению  $F(p) = p/(p^2+1)^2$

## Контрольная работа 1

## ВАРИАНТ № 0

1) Записать комплексное число  $z=i/(1+i)$  его в алгебраической, тригонометрической, показательной формах.

2) Найти множество точек на плоскости комплексного переменного  $z$ , которые определяются заданными условиями

а)  $\text{Im}(1/z) < -1/2$  б)  $|z-2-i| \geq 1, 1 \leq \text{Re}(z) < 3, 0 < \text{Im}(z) \leq 3$

3) Проверить дифференцируемость функции и найти производную

а)  $f(x+iy) = 4(x^2+y^2) - 9x + i(8xy-9y)$

б)  $f(x+iy) = \text{ch}5x \cos 5y + i(\text{sh}5x \sin 5y + 3)$

4) Вычислить интеграл от функции комплексного переменного

$\int_{AB} z^3 dz$ ;  $AB$  - отрезок прямой  $Z_A=1, Z_B=2+2i$

## Контрольная работа 2

## ВАРИАНТ № 0

1. Найти нули функции и установить их кратность:

$$f(z) = (\cos z - 1)^5$$

2. Найти все конечные полюса функции и установить их порядок:

$$f(z) = \operatorname{sh} z / z^3 (\cos z - 1)$$

3. Написать все возможные разложения функции в ряд по степеням  $z$  и указать области сходимости этих рядов:

$$f(z) = 1/z(z-2i)$$

4. Вычислить интегралы:

$$a) \int_0^{\infty} \frac{dx}{(x^2+1)^3} \quad б) \int_{|z|=R} z^9 dz / (3z^2-1), \text{ где } c: |z|=R, R \neq (1/3)^{1/6} \quad в) \int_{|z|=1} (\sin(2z)/z - z^5 e^{1/z}) dz$$

Содержание экзаменационного билета:

- 1 вопрос – фундаментальная теория (определения основных понятий и формулировки теорем и применение их к решению конкретного примера);
- 2 вопрос – фундаментальная теория (теорема и её доказательство);
- 3 вопрос – решение учебно-практических задач по курсу;
- 4 вопрос - решение учебно-практических задач по курсу;
- 5 вопрос – теоретическая задача или решение примера повышенной трудности.

Пример типового экзаменационного билета:

1. Привести определения тригонометрических функций и их свойства. Найти действительную часть и модуль значения функции  $\sin(\pi/4-i)$ .
2. Вывести интегральную формулу Коши для регулярной функции. Чему равен  $\int_{|z+i|=2} \sin(z) dz$  ? б)  $\int_{|z+i|=2} \sin(z)/(z+i) dz$  ? а)
3. Разложить функцию  $f(z) = z/((z-2)^2(z+1))$  в ряд Лорана в окрестности её изолированной особой точки  $z_0=2$ . Указать тип этой точки и вычет в ней.
4. Определение нуля  $k$ -го порядка аналитической функции, его связь с полюсом. Указать тип особой точки функции  $f(z) = \sin(z)/z^3$ .
5. Используя первую и вторую теоремы о вычетах, вычислить интеграл  $\int_{|z|=3} z/(z^2+4)^2 dz$

### 5.3. Фонд оценочных материалов

Полный перечень оценочных материалов представлен в приложении 1.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование помещения	Перечень основного оборудования
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-

образовательную среду организации.
------------------------------------

## **6.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

1. Microsoft Windows. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г.
2. Microsoft Office. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г.

## **6.3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **6.3.1. Основная литература**

1. Эйдерман В. Я. Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 263 с – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/468277>
2. Петрушко И. М., Елисеев А. Г., Качалов В. И., Кудин С. Ф. Курс высшей математики. Теория функций комплексной переменной [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 368 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/167806>
3. Пантелеев А. В., Якимова А. С. Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление в примерах и задачах [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 448 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168853>
4. Аксененкова И. М., Игонина Т. Р., Малыгина О. А., и др. Теория функций комплексного переменного [Электронный ресурс]: учебно-метод. пособие. - М.: РТУ МИРЭА, 2019. - – Режим доступа: <http://library.mirea.ru/secret/28082019/2195.iso>
5. Чуешев В. В., Чуешева Н. А. Теория функций комплексного переменного. Часть II [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Кемерово: КемГУ, 2020. - 162 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/141572>

## **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

1. Wolfram Mathworld: The Web's Most Extensive Mathematics Resource <http://www.mathworld.wolfram.com>
2. Wolfram: вычисления и знания, рука к руке <http://www.wolfram.com>
3. Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru>

## **6.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Самостоятельная работа студента направлена на подготовку к учебным занятиям и на развитие знаний, умений и навыков, предусмотренных программой дисциплины.

В соответствии с учебным планом дисциплина может предусматривать лекции, практические занятия и лабораторные работы, а также выполнение и защиту курсового проекта (работы). Успешное изучение дисциплины требует посещения всех видов занятий, выполнение заданий преподавателя и ознакомления с основной и дополнительной литературой. В зависимости от мероприятий, предусмотренных учебным планом и разделом 4, данной программы, студент выбирает методические указания для самостоятельной работы из приведенных ниже.

При подготовке к лекционным занятиям студентам необходимо: перед очередной лекцией необходимо просмотреть конспект материала предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.

Практические занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

При подготовке к практическому занятию студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя.

При подготовке к практическим занятиям студентам необходимо:

приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию; до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия; в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения; в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов; на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющим письменного решения задач или не подготовившихся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изученную на занятии.

Методические указания, необходимые для изучения и прохождения дисциплины приведены в составе образовательной программы.

## **6.6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБУЧЕНИЮ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ**

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Медиа материалы также следует использовать и адаптировать с учетом индивидуальных особенностей обучения лиц с ОВЗ.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц

с нарушениями опорно-двигательного аппарата);

- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

