



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 | базовая кафедра № 143 - конструирования СВЧ и цифровых радиоэлектронных средств |
| Направление | 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств |
| Направленность | Проектирование и технология радиоэлектронных средств |
| Квалификация | бакалавр |
| Форма обучения | очно-заочная |
| Общая трудоемкость | 3 з.е. |

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 | 8 | 0 | 8 | 56 | 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 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 928)

составлена на основании учебного плана:

направление: 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

направленность: «Проектирование и технология радиоэлектронных средств»

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

базовая кафедра № 143 - конструирования СВЧ и цифровых радиоэлектронных средств

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

базовая кафедра № 143 - конструирования СВЧ и цифровых радиоэлектронных средств

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

базовая кафедра № 143 - конструирования СВЧ и цифровых радиоэлектронных средств

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

базовая кафедра № 143 - конструирования СВЧ и цифровых радиоэлектронных средств

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

базовая кафедра № 143 - конструирования СВЧ и цифровых радиоэлектронных средств

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 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств с учетом специфики направленности подготовки – «Проектирование и технология радиоэлектронных средств».

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| | |
|---------------------|---|
| Направление: | 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств |
| Направленность: | Проектирование и технология радиоэлектронных средств |
| 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:

ПК-1 - Способность разрабатывать и проектировать радиоэлектронные средства

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

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

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, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, применять 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

ПК-1 : Способность разрабатывать и проектировать радиоэлектронные средства

ПК-1.2 : Разрабатывает структурные и функциональные схемы радиолетронных средств, принципиальные схемы устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений

Знать:

- Теория функций комплексного переменного

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 |
|--|--|------|-------|------------------------|
| 1. Функции комплексного переменного | | | | |
| 1.1 | Функции комплексного переменного (Лек). 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 | 1 | ПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2 |
| 1.2 | Выполнение практических заданий (Пр). 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 | 1 | УК-1.1, УК-1.2 |
| 1.3 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Изучение пройденного материала | 4 | 3,5 | ПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2 |

| | | | | |
|----------------------------------|--|---|-----|------------------------|
| 1.4 | Выполнение домашнего задания (Ср). 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 | 3,5 | ПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2 |
| 2. Регулярные функции. | | | | |
| 2.1 | Регулярные функции. (Лек). 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 | 1 | ПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2 |
| 2.2 | Выполнение практических заданий (Пр). Регулярные функции. Таблица основных производных, её проверка с помощью условий Коши-Римана. Вычисление производных. Связь регулярных и гармонических функций. | 4 | 1 | УК-1.1, УК-1.2 |
| 2.3 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Изучение пройденного материала | 4 | 3,5 | ПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2 |
| 2.4 | Выполнение домашнего задания (Ср). 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 | 3,5 | ПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2 |
| 3. Конформные отображения | | | | |
| 3.1 | Конформные отображения (Лек). Геометрический смысл модуля и аргумента производной. Понятие о конформном отображении. Примеры конформных отображений. | 4 | 1 | ПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2 |
| 3.2 | Выполнение практических заданий (Пр). 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 | 1 | УК-1.1, УК-1.2 |

| | | | | |
|--|--|---|-----|------------------------|
| 3.3 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Изучение пройденного материала | 4 | 3,5 | ПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2 |
| 3.4 | Выполнение домашнего задания (Ср). 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 | 3,5 | ПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2 |
| 4. Интегрирование комплексных функций | | | | |
| 4.1 | Интегрирование комплексных функций (Лек). 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 | 1 | ПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2 |
| 4.2 | Выполнение практических заданий (Пр). Комплексные интегралы. Вычисление интегралов на комплексной плоскости. | 4 | 1 | УК-1.1, УК-1.2 |
| 4.3 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Изучение пройденного материала | 4 | 3,5 | ПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2 |
| 4.4 | Выполнение домашнего задания (Ср). 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 | 3,5 | ПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2 |

| 5. Ряды Тейлора и Лорана | | | | |
|--------------------------------------|---|---|-----|------------------------|
| 5.1 | Ряды Тейлора и Лорана (Лек). 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 | 1 | ПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2 |
| 5.2 | Выполнение практических заданий (Пр). 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 | 1 | УК-1.1, УК-1.2 |
| 5.3 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Изучение пройденного материала | 4 | 3,5 | ПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2 |
| 5.4 | Выполнение домашнего задания (Ср). 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 | 3,5 | ПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2 |
| 6. Изолированные особые точки | | | | |
| 6.1 | Изолированные особые точки (Лек). 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 | 1 | ПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2 |
| 6.2 | Выполнение практических заданий (Пр). 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 | 1 | УК-1.1, УК-1.2 |

| | | | | |
|------------------------------|---|---|-----|------------------------|
| 6.3 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Изучение пройденного материала | 4 | 3,5 | ПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2 |
| 6.4 | Выполнение домашнего задания (Ср). 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 | 3,5 | ПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2 |
| 7. Вычеты | | | | |
| 7.1 | Вычеты (Лек). 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 | 1 | ПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2 |
| 7.2 | Выполнение практических заданий (Пр). 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 | 1 | УК-1.1, УК-1.2 |
| 7.3 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Изучение пройденного материала | 4 | 3,5 | ПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2 |
| 7.4 | Выполнение домашнего задания (Ср). 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 | 3,5 | ПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2 |
| 8. Приложения вычетов | | | | |
| 8.1 | Приложения вычетов (Лек). 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 | 1 | ПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2 |

| | | | | |
|--|---|---|-------|------------------------|
| 8.2 | Выполнение практических заданий (Пр). 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 | 1 | УК-1.1, УК-1.2 |
| 8.3 | Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Изучение пройденного материала | 4 | 3,5 | ПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2 |
| 8.4 | Выполнение домашнего задания (Ср). 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 | 3,5 | ПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2 |
| 9. Промежуточная аттестация (экзамен) | | | | |
| 9.1 | Подготовка к сдаче промежуточной аттестации (Экзамен). | 4 | 33,65 | ПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2 |
| 9.2 | Контактная работа с преподавателем в период промежуточной аттестации (КрПА). | 4 | 2,35 | ПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2 |

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.

