



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	очная
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	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 11.03.03 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 Щербаков Сергей Владиленович _____

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 - Способен 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 : Способен 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	2	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	2	УК-1.1, УК-1.2
1.3	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Изучение пройденного материала	4	1	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	4	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	2	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	2	УК-1.1, УК-1.2
2.3	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Изучение пройденного материала	4	1	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	4	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	2	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	2	УК-1.1, УК-1.2

3.3	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Изучение пройденного материала	4	1	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	4	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	2	ПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2
4.2	Выполнение практических заданий (Пр). Комплексные интегралы. Вычисление интегралов на комплексной плоскости.	4	2	УК-1.1, УК-1.2
4.3	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Изучение пройденного материала	4	1	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	4	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	2	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	2	УК-1.1, УК-1.2
5.3	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Изучение пройденного материала	4	1	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	4	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	2	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	2	УК-1.1, УК-1.2

6.3	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Изучение пройденного материала	4	1	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	4	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	2	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	2	УК-1.1, УК-1.2
7.3	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Изучение пройденного материала	4	1	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	4	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	2	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	2	УК-1.1, УК-1.2
8.3	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Изучение пройденного материала	4	1	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	4	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 $f(z) = \sin \frac{z}{z-1}$ 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:

а) $\int_0^{\infty} \frac{dx}{(x^2+1)^3}$ б) $\int_{-c}^c z^9 dz / (3z^2-1)$, где $c: |z|=R$, $R = (1/3)^{1/6}$ 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. 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>
2. 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>
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. 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>
5. 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>

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.

