

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Гидроэнергетика и возобновляемые источники энергии

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ

| | |
|--|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Обязательная |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.О.10 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 3 семестр - 4; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 144 часа |
| Лекции | 3 семестр - 32 часа; |
| Практические занятия | 3 семестр - 32 часа; |
| Лабораторные работы | не предусмотрено учебным планом |
| Консультации | 3 семестр - 2 часа; |
| Самостоятельная работа | 3 семестр - 77,5 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: Контрольная работа Расчетно-графическая работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Экзамен | 3 семестр - 0,5 часа; |

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

| | | |
|--|--|-------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Подкопаева В.А. |
| | Идентификатор | Rfd0dd34a-ПодкопаеваVA-ef29ca |

В.А. Подкопаева

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

| | | |
|--|--|---------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Шестопалова Т.А. |
| | Идентификатор | Rca486bb1-ShestopalovaTA-2b9205 |

Т.А.
Шестопалова

Заведующий выпускающей
кафедрой

| | | |
|--|--|---------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Шестопалова Т.А. |
| | Идентификатор | Rca486bb1-ShestopalovaTA-2b9205 |

Т.А.
Шестопалова

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: состоит в изучении законов и закономерностей математики и отвечающих им методов расчета с развитием математического мышления

Задачи дисциплины

- освоение базовых понятий теории функций комплексной переменной и операционного исчисления;
- освоение математических методов теории функций комплексной переменной, лежащих в основе решения физических и технических задач;
- формирование математической базы, необходимой для последующего изучения дисциплин образовательной программы.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|---|---|--|
| ОПК-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат при решении практических задач | ИД-2опк-3 Применяет математический аппарат теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений | знать: - терминологию и основные утверждения комплексного анализа, а также определение и основные свойства преобразования Лапласа; - алгебру комплексных чисел, понятие модуля и аргумента комплексного числа. уметь: - операционным методом решать линейные дифференциальные уравнения; - дифференцировать и интегрировать в комплексном анализе, находить область сходимости и сумму степенного ряда, а также решать обратную задачу о разложении данной функции в ряд; - вычислять контурные и определенные интегралы с помощью теории вычетов. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Гидроэнергетика и возобновляемые источники энергии (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы/ методические указания | |
|-------|--|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|--|---|--|
| | | | | Контактная работа | | | | | | | СР | | | | |
| | | | | Лек | Лаб | Пр | Консультация | | ИКР | | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль | | |
| КПР | ГК | ИККП | ТК | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
| 1 | Комплексные числа | 14 | 3 | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | 6 | - | <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Комплексные числа" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2],] § 5.3 [3], Глава 1, §§ 1, 2 [4], Раздел I, Задача 1, 4, 5</p> | |
| 1.1 | Комплексные числа | 14 | | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | 6 | - | | |
| 2 | Функции комплексной переменной | 26 | | 8 | - | 8 | - | - | - | - | - | 10 | - | | <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Функции комплексной переменной" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], §§ 6.1-6.8 [3], Глава 1, §§ 3-6 [4], Раздел I, Задача 2, 3, 6,7</p> |
| 2.1 | Функции комплексной переменной | 26 | | 8 | - | 8 | - | - | - | - | - | 10 | - | | |
| 3 | Степенные ряды. Особые точки аналитических функций | 24 | | 8 | - | 6 | - | - | - | - | - | 10 | - | | |
| 3.1 | Степенные ряды. Особые точки аналитических функций | 24 | 8 | - | 6 | - | - | - | - | - | 10 | - | <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу " Степенные ряды. Особые точки аналитических функций" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--------------------------------|-------|----|---|----|---|---|---|---|-----|----|------|--|
| | | | | | | | | | | | | | [1], §§ 6.9-6.12 [3], Глава 2, §§ 1-3; Глава 4, §§ 1,2 [4], Раздел I, Задача 8,9,10,11,12 |
| 4 | Теория вычетов и их приложения | 22 | 6 | - | 8 | - | - | - | - | - | 8 | - | <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Теория вычетов и их приложения" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], §§ 6.13,6.14 [3], Глава 5, §§ 1,2 [4], Раздел I, Задача 13 - 20 |
| 4.1 | Теория вычетов и их приложения | 22 | 6 | - | 8 | - | - | - | - | - | 8 | - | |
| 5 | Операционное исчисление | 22 | 6 | - | 6 | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Операционное исчисление" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], §§ 7.1-7.3 [3], Глава 8, §§ 1-3 [4], Раздел I, Задача 21 - 24 |
| 5.1 | Операционное исчисление | 22 | 6 | - | 6 | - | - | - | - | - | 10 | - | |
| | Экзамен | 36.0 | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | 33.5 | |
| | Всего за семестр | 144.0 | 32 | - | 32 | - | 2 | - | - | 0.5 | 44 | 33.5 | |
| | Итого за семестр | 144.0 | 32 | - | 32 | | 2 | | - | 0.5 | | 77.5 | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Комплексные числа

1.1. Комплексные числа

Понятие комплексного числа. Действия над комплексными числами. Геометрическая интерпретация комплексных чисел. Формы комплексного числа. Извлечения корня из комплексного числа. Задание кривых и областей на комплексной плоскости. Предел последовательности комплексных чисел..

2. Функции комплексной переменной

2.1. Функции комплексной переменной

Понятие функции комплексной переменной. Основные понятия комплексного анализа. Дифференцируемость и аналитичность функций комплексного переменного. Условия Коши-Римана. Интегрирование функций комплексного переменного. Теорема Коши и интеграл Коши. Бесконечная дифференцируемость аналитических функций и их связь с гармоническими функциями..

3. Степенные ряды. Особые точки аналитических функций

3.1. Степенные ряды. Особые точки аналитических функций

Степенной ряд и его область сходимости. Ряд Тейлора. Разложение аналитических функций в ряд Тейлора. Ряд Лорана. Область сходимости ряда Лорана. Разложение аналитических функций в ряд Лорана. Правильные и особые точки аналитической функции. Классификация изолированных особых точек однозначной аналитической функции..

4. Теория вычетов и их приложения

4.1. Теория вычетов и их приложения

Вычет аналитической функции в изолированной особой точке. Основная теорема теории вычетов. Вычисление вычетов. Вычисление определенных интегралов с помощью теории вычетов..

5. Операционное исчисление

5.1. Операционное исчисление

Определение и основные свойства преобразования Лапласа. Изображение элементарных функций. Определение оригинала по изображению. Вычисление интеграла Меллина. Решение задач для линейных дифференциальных уравнений операционным методом..

3.3. Темы практических занятий

1. Комплексное число и действия над комплексными числами. Геометрическая интерпретация комплексных чисел, модуль и аргумент. Формы комплексных чисел. Задание кривых и областей на комплексной плоскости. Извлечение корня из комплексного числа (4 часа).
2. Элементарные (однозначные и многозначные) функции комплексной переменной и их свойства (2 часа).
3. Дифференцируемость и аналитичность функции комплексной переменной. Условия Коши-Римана. Связь аналитических и гармонических функций. Нахождение аналитической функции по известной действительной (мнимой) части (4 часа).
4. Интегрирование функции комплексной переменной. Сведение к криволинейным

интегралам. Теорема Коши и формула Ньютона-Лейбница (2 часа).

5. Степенные ряды. Ряд Тейлора (радиус сходимости, область сходимости, нахождение суммы ряда, разложение функций в ряд Тейлора). Ряд Лорана (радиусы сходимости, область сходимости, нахождение суммы ряда, разложение функций в ряд Лорана) (4 часа).

6. Изолированные особые точки однозначных аналитических функций и их классификация (2 часа).

7. Теория вычетов. Вычисление вычетов с помощью непосредственного разложения в ряд Лорана. Вычисление вычетов в полюсе и в бесконечно удаленной точке, не являющейся существенно особой (4 часа)

8. Теория вычетов в применении к вычислению интегралов от функций действительной переменной (4 часа).

9. Функция-оригинал и ее изображение по Лапласу. Изображения элементарных функций. Основные свойства изображения (2 часа).

10. Определение оригинала по изображению. Формула Меллина обращения преобразования Лапласа. Применение первой и второй теорем разложения. Операционные методы решения дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений (4 часа)..

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Комплексные числа"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Функции комплексной переменной"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Степенные ряды. Особые точки аналитических функций"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Теория вычетов и их приложения"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Операционное исчисление"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) | | | | | Оценочное средство (тип и наименование) |
|---|-----------------------|---|---|---|---|---|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Знать: | | | | | | | |
| алгебру комплексных чисел, понятие модуля и аргумента комплексного числа | ИД-2 _{ОПК-3} | + | | | | | Контрольная работа/3 семестр КМ-1 «Комплексные числа» |
| терминологию и основные утверждения комплексного анализа, а также определение и основные свойства преобразования Лапласа | ИД-2 _{ОПК-3} | | + | | | | Контрольная работа/3 семестр КМ-2 «Аналитические функции» |
| Уметь: | | | | | | | |
| вычислять контурные и определенные интегралы с помощью теории вычетов | ИД-2 _{ОПК-3} | | | | + | | Контрольная работа/3 семестр КМ-3 «Теория вычетов» |
| дифференцировать и интегрировать в комплексном анализе, находить область сходимости и сумму степенного ряда, а также решать обратную задачу о разложении данной функции в ряд | ИД-2 _{ОПК-3} | | | + | | | Контрольная работа/3 семестр КМ-2 «Аналитические функции» |
| операционным методом решать линейные дифференциальные уравнения | ИД-2 _{ОПК-3} | | | | | + | Расчетно-графическая работа/3 семестр КМ-4 «Основы ТФКП и ОИ» |

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. 3 семестр КМ-1 «Комплексные числа» (Контрольная работа)
2. 3 семестр КМ-2 «Аналитические функции» (Контрольная работа)
3. 3 семестр КМ-3 «Теория вычетов» (Контрольная работа)
4. 3 семестр КМ-4 «Основы ТФКП и ОИ» (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

итоговая оценка за освоение дисциплины определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Бугров, Я. С. Высшая математика: В 3 т. Т.3. Дифференциальные уравнения. Кратные интегралы. Ряды. Функции комплексного переменного. Кн.1. : учебник для академического бакалавриата вузов по естественнонаучным направлениям и специальностям / Я. С. Бугров, С. М. Никольский . – 7-е изд. – М. : Юрайт, 2016 . – 288 с. – (Бакалавр. Академический курс) . - ISBN 978-5-9916-6341-0 .;
2. Бугров, Я. С. Высшая математика: В 3 т. Т.2. Дифференциальное и интегральное исчисление : Учебник для вузов по инженерно-техническим специальностям / Я. С. Бугров, С. М. Никольский . – 6-е изд., стереотип . – М. : Дрофа, 2004 . – 512 с. – (Высшее образование: Современный учебник) . - ISBN 5-7107-8449-4 .;
3. Свешников, А. Г. Теория функций комплексной переменной : Учебник для физических специальностей университетов / А. Г. Свешников, А. Н. Тихонов ; Ред. А. Н. Тихонов ; и др. – М. : Наука, 1967 . – 304 с. – (Курс высшей математики и математической физики) .;
4. Чудесенко В. Ф.- "Сборник заданий по специальным курсам высшей математики (типовые расчеты)", (5-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2010 - (192 с.) http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=433.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
5. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
6. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
7. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
8. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---|------------------------------------|---|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | Д-411, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Д-411, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| Помещения для самостоятельной работы | Г-206, Аспирантская кафедры "ГВИЭ" | кресло рабочее, стул, шкаф для документов, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер |
| Помещения для консультирования | Г-307, Учебная аудитория | стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | Г-225, Кладовая кафедры "ГВИЭ" | стеллаж для хранения инвентаря, стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, наборы демонстрационного оборудования, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, запасные комплектующие для оборудования, сменные запчасти для ЭВМ |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория функций комплексной переменной

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 3 семестр КМ-1 «Комплексные числа» (Контрольная работа)

КМ-2 3 семестр КМ-2 «Аналитические функции» (Контрольная работа)

КМ-3 3 семестр КМ-3 «Теория вычетов» (Контрольная работа)

КМ-4 3 семестр КМ-4 «Основы ТФКП и ОИ» (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 12 | 15 |
| 1 | Комплексные числа | | | | | |
| 1.1 | Комплексные числа | | + | | | |
| 2 | Функции комплексной переменной | | | | | |
| 2.1 | Функции комплексной переменной | | | + | | |
| 3 | Степенные ряды. Особые точки аналитических функций | | | | | |
| 3.1 | Степенные ряды. Особые точки аналитических функций | | | + | | |
| 4 | Теория вычетов и их приложения | | | | | |
| 4.1 | Теория вычетов и их приложения | | | | + | |
| 5 | Операционное исчисление | | | | | |
| 5.1 | Операционное исчисление | | | | | + |
| Вес КМ, %: | | | 25 | 25 | 25 | 25 |