

**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: Энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Теория функций комплексной переменной**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Подкопаева В.А.
	Идентификатор	R8d0dd34a-PodkopaevaVA-ef29ca

В.А.
Подкопаева

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Васьков А.Г.
	Идентификатор	R1c6ebe0f-VaskovAG-eb5ccd67

А.Г. Васьков

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

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ОПК-3 Способен применять соответствующий физико- математический аппарат при решении практических задач

ИД-2 Применяет математический аппарат теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

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)

БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Комплексные числа					
Комплексные числа		+			
Функции комплексной переменной					
Функции комплексной переменной			+		
Степенные ряды. Особые точки аналитических функций					
Степенные ряды. Особые точки аналитических функций			+		
Теория вычетов и их приложения					
Теория вычетов и их приложения				+	
Операционное исчисление					

Операционное исчисление				+
Вес КМ:	25	25	25	25

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ОПК-3	ИД-2 _{ОПК-3} Применяет математический аппарат теории функций нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений	Знать: алгебру комплексных чисел, понятие модуля и аргумента комплексного числа терминологию и основные утверждения комплексного анализа, а также определение и основные свойства преобразования Лапласа Уметь: вычислять контурные и определенные интегралы с помощью теории 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 операционным методом	3 семестр КМ-1 «Комплексные числа» (Контрольная работа) 3 семестр КМ-2 «Аналитические функции» (Контрольная работа) 3 семестр КМ-3 «Теория вычетов» (Контрольная работа) 3 семестр КМ-4 «Основы ТФКП и ОИ» (Расчетно-графическая работа)

		решать линейные дифференциальные уравнения	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. 3 семестр КМ-1 «Комплексные числа»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольную работу «Комплексные числа» студенты пишут на практическом занятии на 2 часа.

Краткое содержание задания:

Преобразование выражений, содержащих комплексные числа. Различные формы записи комплексного числа.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: алгебру комплексных чисел, понятие модуля и аргумента комплексного числа	1. Дать определение комплексного числа 2. Сформулировать условия применения формулы Муавра для извлечения корня из комплексного числа 3. Записать комплексное число $z=3+2i$ в тригонометрической и показательной формах 4. Изобразить область на комплексной плоскости: $ z-i + z+i <4$ 5. Найти модуль и аргумент числа $z=1-3i$
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: работа выполнена полностью; в логических рассуждениях и обоснованиях нет пробелов и ошибок; в решении нет математических ошибок (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием незнания или непонимания учебного материала)

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны; допущена одна ошибка или два-три недочета в выкладках

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов в выкладках, но учащийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. 3 семестр КМ-2 «Аналитические функции»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольную работу «Аналитические функции» студенты пишут на практическом занятии на 2 часа.

Краткое содержание задания:

Умение записывать функцию комплексного переменного в алгебраической форме

Контрольные вопросы/задания:

Знать: терминологию и основные утверждения комплексного анализа, а также определение и основные свойства преобразования Лапласа	1. Знать алгебраическое представление основных элементарных аналит. функций 2. Восстановить с точностью до постоянных аналитическую функцию $f(z)=u(x,y)+v(x,y)i$, если $u(x,y)=x^2+4x-y^2+4$, $f(1)=9$
Уметь: дифференцировать и интегрировать в комплексном анализе, находить область сходимости и сумму степенного ряда, а также решать обратную задачу о разложении данной функции в ряд	1. Уметь раскладывать функцию в ряд Лорана. 2. Уметь находить область диф-ти и аналитичности функции 3. Уметь находить изолированной особой точки

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: работа выполнена полностью; в логических рассуждениях и обоснованиях нет пробелов и ошибок; в решении нет математических ошибок (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием незнания или непонимания учебного материала);

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны; допущена одна ошибка или два-три недочета в выкладках

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов в выкладках, но учащийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. 3 семестр КМ-3 «Теория вычетов»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольную работу «Теория вычетов» студенты пишут на практическом занятии на 2 часа.

Краткое содержание задания:

Вычисление интегралов с помощью вычетов

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: вычислять контурные и определенные интегралы с помощью теории вычетов

Вариант №

Задача 1. Разложить функцию в ряд Лорана в указанном кольце:

$$f(z) = \frac{1}{(z-2)(z-3)}; \quad 2 < |z| < 3.$$

Задача 2. Найти $\oint_{|z|=0.5} \frac{e^z dz}{(z+1)(z-2)^2}$.

Задача 3. Найти $\oint_{|z|=0.5} \frac{(e^z - 1) dz}{z^3}$.

Задача 4. Используя вычеты, найти $\int_0^{2\pi} \frac{dx}{5 + 2 \sin(x)}$.

Задача 5. Используя вычеты, найти $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{\cos(x) dx}{x^2 + 4x + 5}$.

1.

Описание шкалы оценивания:*Оценка: 5**Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

Описание характеристики выполнения знания: работа выполнена полностью; в логических рассуждениях и обоснованиях нет пробелов и ошибок; в решении нет математических ошибок (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием незнания или непонимания учебного материала);

*Оценка: 4**Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

Описание характеристики выполнения знания: работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны; допущена одна ошибка или два-три недочета в выкладках

*Оценка: 3**Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

Описание характеристики выполнения знания: допущены более одной ошибки или более двух- трех недочетов в выкладках, но учащийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. 3 семестр КМ-4 «Основы ТФКП и ОИ»**Формы реализации:** Письменная работа**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тест «Основы ТФКП и ОИ»,
Выполнение и защита расчетного задания «Операционное исчисление»

Краткое содержание задания:

Решение линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами операционным методом

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: операционным методом решать линейные дифференциальные уравнения	1. Уметь находить изображение по данному оригиналу 2. Уметь находить оригинал по данному изображению для простейших элементарных функций 3. Операционным методом решить задачу Коши $x' + x = 5, x(0) = 4, x(0) = 1$
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: работа выполнена полностью; в логических рассуждениях и обоснованиях нет пробелов и ошибок; в решении нет математических ошибок (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием незнания или непонимания учебного материала)

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны; допущена одна ошибка или два-три недочета в выкладках

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: допущены более одной ошибки или более двух- трех недочетов в выкладках, но учащийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Дифференцируемость функций комплексного переменного. Условия Коши-Римана.
2. Восстановление оригинала по изображению (без доказательства). Решение линейных дифференциальных уравнений операционным методом. Пример.
3. Решить уравнение $z^4 + z^2 + 1 = 0$
4. Решить задачу Коши операционным методом $y'' - y = 0$, $y(0) = 1$, $y'(0) = 0$

Процедура проведения

Экзамен проводится в виде устного опроса с предварительной подготовкой студента по материалам выбранного экзаменационного билета в течение 60-70 мин. учебного времени

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ОПК-3} Применяет математический аппарат теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений

Вопросы, задания

1. Бесконечная дифференцируемость аналитических функций и их связь с гармоническими функциями.
2. Определение оригинала по изображению.
3. Изображение элементарных функций.
4. Определение и основные свойства преобразования Лапласа.
5. Вычисление определенных интегралов с помощью теории вычетов
6. Вычисление вычетов.
7. Основная теорема теории вычетов.
8. Вычет аналитической функции в изолированной особой точке.
9. Правильные и особые точки аналитической функции. Классификация изолированных особых точек однозначной аналитической функции.
10. Ряд Лорана. Область сходимости ряда Лорана. Разложение аналитических функций в ряд Лорана.
11. Ряд Тейлора. Разложение аналитических функций в ряд Тейлора.
12. Степенной ряд и его область сходимости.
13. Решение задач для линейных дифференциальных уравнений операционным методом.
14. Теорема Коши и интеграл Коши.
15. Интегрирование функций комплексного переменного.
16. Условия Коши-Римана.
17. Дифференцируемость и аналитичность функций комплексного переменного.
18. Понятие функции комплексной переменной.
19. Предел последовательности комплексных чисел
20. Задание кривых и областей на комплексной плоскости.
21. Извлечения корня из комплексного числа.
22. Формы комплексного числа.

- 23.Геометрическая интерпретация комплексных чисел.
 24.Понятие комплексного числа. Действия над комплексными числами.
 25.Вычисление интеграла Меллина.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Представить число $z = \frac{1+5i}{2-6i}$ в алгебраической форме

Ответы:

- 1)-0,7+0,4i
- 2)0,4-0,7i
- 3)0
- 4)2+3i

Верный ответ: 1

2.Найти $|(1+5i)/(2-6i)|$

Ответы:

- 1)0,1
- 2)2/6
- 3) $\frac{\sqrt{65}}{10}$
- 4) $\sqrt{3}$

Верный ответ: 3

3.Найти все корни уравнения $z^3=8$

Ответы:

- 1) $2, -1 + i\sqrt{3}, -1 - i\sqrt{3}$
- 2)2, 2i,-i
- 3)2
- 4)2i

Верный ответ: 1

4.Найти $\arg(2-3i)$

Ответы:

- 1)-arctg(3/2)
- 2)arctg3
- 3)arctg($\frac{2}{3}$)
- 4)0

Верный ответ: 1

5.Найти изображение по Лапласу функции $f(t) = \cos(3t)\eta(t)$

Ответы:

- 1) $p/(p^2-7)$
- 2) $p/(p^2+9)$
- 3)1/p
- 4) $1/(p^2-1)$

Верный ответ: 2

6.Найти оригинал по Лапласу функции $F(p) = \frac{4}{(p-3)+16}$

Ответы:

- 1) $\exp(-4t)\sin(4t)\eta(t)$
- 2) $\exp(-4t)\cos(2t)\eta(t)$
- 3) $\sin(5t)\eta(t)$
- 4) $\cos(t)\eta(t)$

Верный ответ: 1

7.Записать в операционной форме диф-ое уравнение $y''-y'=\cos 2x$, $y(0)=0$, $y'(0)=0$

Ответы:

- 1) $Y(p) + pY(p) = (p^2 + 4)$
- 2) $Y(p) - pY(p) = p/(p^2)$
- 3) $p^3Y(p) + pY(p) = p^2 + 4$
- 4) $p^2 * Y(p) - pY(p) = p/(p^2 + 4)$

Верный ответ: 4

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: работа выполнена полностью; в логических рассуждениях и обоснованиях нет пробелов и ошибок; в решении нет математических ошибок (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием незнания или непонимания учебного материала)

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны; допущена одна ошибка или два-три недочета в выкладках

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: допущены более одной ошибки или более двух- трех недочетов в выкладках, но учащийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: допущены существенные ошибки, показавшие, что студент не владеет обязательными знаниями по данной теме в полной мере; работа показала полное отсутствие у учащегося обязательных знаний, умений по проверяемой теме или значительная часть работы выполнена не самостоятельно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

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