

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

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Высоковольтные электротехнологии

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Техника электрофизического эксперимента**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лысов Н.Ю.
	Идентификатор	Re94f0ba9-LysovNY-9dc0f249

Н.Ю. Лысов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лебедева Н.А.
	Идентификатор	R75716a03-LebedevaNA-9930664

Н.А.
Лебедева

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Темников А.Г.
	Идентификатор	Ra0abb123-TemnikovAG-2d4db00

А.Г.
Темников

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. ПК-1 Способен принимать участие в проведении научных исследований в области объектов профессиональной деятельности (высоковольтных электротехнологий)

ИД-5 Демонстрирует знание основных подходов к методам проведения экспериментальных исследований в области высоковольтных электротехнологий, обработки, анализа и интерпретации полученных результатов

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Защита задания

1. Лабораторная работа №1 (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 (Контрольная работа)

2. Контрольная работа №2 (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Лабораторная работа №2 (Лабораторная работа)

2. Лабораторная работа №3 (Лабораторная работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Контрольная работа №1 (Контрольная работа)

КМ-2 Контрольная работа №2 (Контрольная работа)

КМ-3 Лабораторная работа №1 (Лабораторная работа)

КМ-4 Лабораторная работа №2 (Лабораторная работа)

КМ-5 Лабораторная работа №3 (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	5	13	7	11	15
Общая схема экспериментального комплекса. Оценка параметров элементов. Источники воздействий						

Общая схема экспериментального комплекса. Оценка параметров элементов. Источники воздействий	+		+	+	+
Источники высокого переменного, постоянного и импульсного напряжений					
Источники высокого переменного, постоянного и импульсного напряжений			+	+	
Измерение высоких напряжений. Каналы передачи измеряемого сигнала					
Измерение высоких напряжений. Каналы передачи измеряемого сигнала		+		+	+
Измерение сильных токов					
Измерение сильных токов		+		+	+
Регистрация сигналов. Оценка уровня помех.					
Регистрация сигналов. Оценка уровня помех.	+	+			+
Измерение напряжённости электрического и магнитного полей					
Измерение напряжённости электрического и магнитного полей		+			+
Вес КМ:	20	20	20	20	20

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
ПК-1	ИД-5ПК-1 Демонстрирует знание основных подходов к методам проведения экспериментальных исследований в области высоковольтных электротехнологий, обработки, анализа и интерпретации полученных результатов	Знать: понятие и основные этапы электрофизического эксперимента в высоковольтных электротехнологиях современные методы измерения высокого напряжения, сильного импульсного тока, параметров электромагнитного поля основные виды высоковольтных электрофизических установок, применяемых при проведении экспериментальных исследований метрологические требования к электрофизической аппаратуре и к измерительным устройствам	КМ-1 Контрольная работа №1 (Контрольная работа) КМ-2 Контрольная работа №2 (Контрольная работа) КМ-3 Лабораторная работа №1 (Лабораторная работа) КМ-4 Лабораторная работа №2 (Лабораторная работа) КМ-5 Лабораторная работа №3 (Лабораторная работа)

		Уметь: самостоятельно формулировать цели и задачи электрофизического эксперимента в высоковольтных электротехнологиях, выявлять приоритеты решения задач, решаемых в эксперименте выбирать методы измерения электрофизических величин, интерпретировать и представлять результаты исследований оценивать и представлять результаты выполненной работы самостоятельно выполнять эксперименты по исследованию электрофизических процессов в высоковольтных электротехнологиях описывать математические модели электрофизических процессов в высоковольтных электротехнологиях	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Контрольная работа №1

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Вариант задания раздается студентам в аудитории либо рассылается в ОСЭП. Время на выполнение - 2 ак. часа.

Краткое содержание задания:

Измерение высоких напряжений и импульсных токов традиционными способами

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: метрологические требования к электрофизической аппаратуре и к измерительным устройствам	1.Способы регистрации высоких напряжений (постоянного, переменного, импульсного). Преимущества и недостатки. Способы регистрации сильных токов. Преимущества и недостатки.
Уметь: выбирать методы измерения электрофизических величин, интерпретировать и представлять результаты исследований	1.Рассчитать конструкцию водяного токоограничивающего шунта при известных напряжении, токе и времени работы.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Решена задача и даны ответы на теоретические вопросы.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Правильно выбран путь решения задачи, но не достигнут окончательный ответ, даны неполные ответы на теоретические вопросы.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: а) Решена задача и нет ответов по теории. б) Оба теоретических вопроса освещены в достаточном объеме. Не решена задача.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Не решена задача и не написана теория

КМ-2. Контрольная работа №2

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Вариант задания раздается студентам в аудитории либо рассылается в ОСЭП. Время на выполнение - 2 ак. часа.

Краткое содержание задания:

Измерение и регистрация электрического и магнитного полей, зарядов, тангенса угла диэлектрических потерь, уровня частичных разрядов

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: современные методы измерения высокого напряжения, сильного импульсного тока, параметров электромагнитного поля	1.Эффекты Керра, Фарадея, Поккельса. Их использование при регистрации элктр. параметров.
Уметь: оценивать и представлять результаты выполненной работы	1.Определить минимальную скорость вращения и количество лопастей флюксметра, обеспечивающие регистрацию поля с заданными параметрами.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Решена задача и даны ответы на теоретические вопросы.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Правильно выбран путь решения задачи, но не достигнут окончательный ответ, даны неполные ответы на теоретические вопросы.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: а) Решена задача и нет ответов по теории. б) Оба теоретических вопроса освещены в достаточном объеме. Не решена задача.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Не решена задача и не написана теория

КМ-3. Лабораторная работа №1

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита отчета по проведенной лабораторной работе.

Краткое содержание задания:

Регистрация импульсного напряжения при помощи делителей высокого напряжения.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные виды высоковольтных электрофизических установок, применяемых при проведении экспериментальных	1.Основные параметры шунтов и делителей.

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
исследований	Основные параметры осциллографа.
Уметь: самостоятельно формулировать цели и задачи электрофизического эксперимента в высоковольтных электротехнологиях, выявлять приоритеты решения задач, решаемых в эксперименте	1.Постановка задачи исследования

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Понимание физических и теоретических аспектов выполненной работы. Правильно оформленный отчет с выполненными заданиями.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Неполное понимание физических и теоретических аспектов выполненной работы. Правильно оформленный отчет с выполненными заданиями.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Неполное понимание физических и теоретических аспектов выполненной работы. Существенны ошибки в дополнительных вопросах. Правильно оформленный отчет с выполненными заданиями.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Неготовый отчет. Непонимание процессов.

КМ-4. Лабораторная работа №2

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита отчета по проведенной лабораторной работе.

Краткое содержание задания:

Расчет и изготовление нескольких образцов защитных водяных сопротивлений.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: понятие и основные этапы электрофизического эксперимента в высоковольтных электротехнологиях	1.Основные требования к токоограничивающим резисторам.
Уметь: описывать математические модели электрофизических процессов в высоковольтных электротехнологиях	1.Способы оперативного регулирования сопротивления токоограничивающего резистора.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Понимание физических и теоретических аспектов выполненной работы. Правильно оформленный отчет с выполненными заданиями.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Неполное понимание физических и теоретических аспектов выполненной работы. Правильно оформленный отчет с выполненными заданиями.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Неполное понимание физических и теоретических аспектов выполненной работы. Существенные ошибки в дополнительных вопросах. Правильно оформленный отчет с выполненными заданиями.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Неготовый отчет. Непонимание процессов.

КМ-5. Лабораторная работа №3

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита отчета по проведенной лабораторной работе.

Краткое содержание задания:

Регистрация и измерение параметров барьерного разряда

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: современные методы измерения высокого напряжения, сильного импульсного тока, параметров электромагнитного поля	1. Особенности измерения процессов в наносекундном диапазоне. Требования к измерительным средствам.
Уметь: самостоятельно выполнять эксперименты по исследованию электрофизических процессов в высоковольтных электротехнологиях	1. Способы снижения индуктивности шунтов и делителей. Способы согласования

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Понимание физических и теоретических аспектов выполненной работы. Правильно оформленный отчет с выполненными заданиями.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Неполное понимание физических и теоретических аспектов выполненной работы. Правильно оформленный отчет с выполненными заданиями.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Неполное понимание физических и теоретических аспектов выполненной работы. Существенны ошибки в дополнительных вопросах. Правильно оформленный отчет с выполненными заданиями.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Неготовый отчет. непонимание процессов.

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Источники высокого напряжения переменного тока.
2. Расчёт поправок на атмосферные условия для измерительных шаровых разрядников.
3. Рассчитать конструкцию ограничительного водяного сопротивления. Напряжение 150 кВ, предельный ток – 2 А.

Процедура проведения

В устной форме по билетам после 60 минут подготовки.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-5пк-1 Демонстрирует знание основных подходов к методам проведения экспериментальных исследований в области высоковольтных электротехнологий, обработки, анализа и интерпретации полученных результатов

Вопросы, задания

- 1.1. Источники высокого напряжения постоянного тока.
2. Расчёт параметров схем измерения ВН с добавочным сопротивлением и конденсатором.
3. Рассчитать необходимый уровень индуктивности рассеивания испытательного трансформатора для использования его в качестве дросселя в резонансной испытательной установке ВН промышленной частоты. Емкость объекта 800 пФ, номинальное напряжение 500 кВ, ток – 1 А.
- 2.1. Источники импульсных высоких напряжений.
2. Расчёт схемы замещения омического делителя напряжений. Оценка диапазона использования делителя.
3. Рассчитать величину емкости конденсатора в двуполупериодной схеме получения постоянного ВН 300 кВ с уровнем колебаний 5%. Средний ток 0,2 А, частота питающего напряжения 50 Гц.
- 3.1. Измерение сильных токов. Расчёт параметров токового шунта, оценка погрешности измерения.
2. Расчёт параметров диодной сборки и параметров элементов каскадного умножителя.
3. Подобрать испытательный трансформатор, если необходимо достичь на объекте емкостью 10 пФ напряжения 220 кВ при токе 1 А промышленной частоты.
- 4.1. Измерение сильных токов. расчёт параметров воздушного трансформатора тока (пояса Роговского).
2. Регистрация сигналов. Оценка требуемых параметров цифрового осциллографа.
3. Рассчитать конструкцию ограничительного водяного сопротивления. Напряжение 330 кВ, предельный ток – 1 А.
- 5.1. Измерение напряжённости электрического и магнитного полей.
2. Расчёт параметров токоограничивающего сопротивления высокого напряжения.
3. Рассчитать величину емкости конденсатора в однополупериодной схеме получения

по-стоянного ВН 200 кВ с уровнем колебаний 10%. Средний ток 0,3 А, частота питающего напряжения 50 Гц.

6.1. Источники высокого напряжения постоянного тока.

2. Расчёт параметров токоограничивающего сопротивления высокого напряжения.

3. Рассчитать конструкцию ограничительного водяного сопротивления. Напряжение 330 кВ, предельный ток – 1 А.

7.1. Источники импульсных высоких напряжений.

2. Расчёт параметров схем измерения ВН с добавочным сопротивлением и конденсатором.

3. Рассчитать конструкцию ограничительного водяного сопротивления. Напряжение 330 кВ, предельный ток – 1 А.

8.1. Измерение сильных токов. Расчёт параметров токового шунта, оценка погрешности измерения.

2. Регистрация сигналов. Оценка требуемых параметров цифрового осциллографа.

3. Рассчитать конструкцию ограничительного водяного сопротивления. Напряжение 330 кВ, предельный ток – 1 А.

9.1. Измерение напряжённости электрического и магнитного полей.

2. Расчёт параметров диодной сборки и параметров элементов каскадного умножителя.

3. Подобрать испытательный трансформатор, если необходимо достичь на объекте емкостью 10 пФ напряжения 220 кВ при токе 1 А промышленной частоты.

10.1. Измерение сильных токов. Расчёт параметров токового шунта, оценка погрешности измерения.

2. Расчёт параметров схем измерения ВН с добавочным сопротивлением и конденсатором.

3. Рассчитать необходимый уровень индуктивности рассеивания испытательного трансформатора для использования его в качестве дросселя в резонансной испытательной установке ВН промышленной частоты. Емкость объекта 800 пФ, номинальное напряжение 500 кВ, ток – 1 А.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Виды напряжения

Ответы:

1 - Импульсное, переменное, постоянное

2 - Импульсное, переменное

3 - Импульсное, постоянное

4 - Постоянное

Верный ответ: 1

2. Параметры импульса напряжения

Ответы:

1 - фронт, амплитуда, полуспад, полярность

2 - форма

3 - полярность

4 - форма и амплитуда

Верный ответ: 1

3. Какая погрешность измерения характерна для стрелочных приборов

Ответы:

1 - погрешность параллакса

2 - Погрешность настройки

3 - Погрешность поверки

Верный ответ: 1

4. Квадратичный электрооптический эффект это

Ответы:

- 1 - Эффект Керра
- 2 - Эффект Поккельса
- 3 - Эффект Фарадея
- 4 - Эффект Попова

Верный ответ: 1

5. Продольный магнитооптический эффект это

Ответы:

- 1 - Эффект Керра
- 2 - Эффект Поккельса
- 3 - Эффект Фарадея
- 4 - Эффект Попова

Верный ответ: 3

6. Высокоомный вход осциллографа чаще всего имеет сопротивление

Ответы:

- 1 - 1 МОм
- 2 - 5 МОм
- 3 - 10 МОм
- 4 - 100 МОм

Верный ответ: 1

7. Электровакуумный прибор, в котором поток электронов, излучаемый фотокатодом под действием оптического излучения, усиливается в умножительной системе в результате вторичной электронной эмиссии это

Ответы:

- 1 - ФЭУ
- 2 - Осциллограф
- 3 - Мультиметр
- 4 - Кинескоп

Верный ответ: 1

8. Каковы требования к изоляции испытательных трансформаторов по сравнению с силовыми и измерительными

Ответы:

- 1 - сниженные (внимание к ЧР)
- 2 - повышенные (внимание к ресурсу)
- 3 - аналогичные
- 4 - нельзя сравнивать

Верный ответ: 1

9. Зачем осуществляется пробой ШР до измерений

Ответы:

- 1 - выжечь пыль
- 2 - калибровка
- 3 - корректировка относительно давления
- 4 - корректировка относительно температуры

Верный ответ: 1

10. Чем из перечисленного можно защитить вход осциллографа от перенапряжения:

Ответы:

- 1 - газовый разрядник
- 2 - виниловая трубка
- 3 - элегаз
- 4 - конденсатор электролитический

Верный ответ: 1

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка выставляется в соответствии с бально-рейтинговой системой.