

**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: Техника и электрофизика высоких напряжений**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Техника электрофизического эксперимента**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

Н.Ю. Лысов

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

(подпись)

Н.А.

Лебедева

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

(подпись)

А.Г.

Темников

(расшифровка  
подписи)

## 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:

- ПК-1 Способен принимать участие в проведении научных исследований в области объектов профессиональной деятельности (техники и электрофизики высоких напряжений)
- ИД-5 Демонстрирует знание основных подходов к методам проведения экспериментальных исследований в области техники и электрофизики высоких напряжений, обработки, анализа и интерпретации полученных результатов

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Защита задания

- Лабораторная работа №1 (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

- Контрольная работа №1 (Контрольная работа)
- Контрольная работа №2 (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

- Лабораторная работа №2 (Лабораторная работа)
- Лабораторная работа №3 (Лабораторная работа)

## БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	5	7	9	11	13
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

\$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
ПК-1	ИД-5 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание основных подходов к методам проведения экспериментальных исследований в области техники и электрофизики высоких напряжений, обработки, анализа и интерпретации полученных результатов	Знать: современные методы измерения высокого напряжения, сильного импульсного тока, параметров электромагнитного поля основные цели и задачи электрофизического эксперимента метрологические требования к электрофизической аппаратуре и к измерительным устройствам современные методы измерения характеристик электротехнических материалов (тангенс угла диэлектрических потерь, диэлектрическая проницаемость), интенсивности частичных разрядов	Контрольная работа №1 (Контрольная работа) Лабораторная работа №1 (Лабораторная работа) Контрольная работа №2 (Контрольная работа) Лабораторная работа №2 (Лабораторная работа) Лабораторная работа №3 (Лабораторная работа)

		<p>понятие и основные этапы электрофизического эксперимента, как основного и классического метода исследования электрофизических процессов в ТЭВН</p> <p>Уметь:</p> <p>описывать математические модели электрофизических процессов в высоковольтных электротехнологиях 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</p>	
--	--	--	--

		исследованию 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:

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*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

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

*Оценка: 4*

*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*

*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.

### КМ-2. 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:**

Знать: основные цели и задачи электрофизического эксперимента	1. Основные параметры шунтов и делителей
Уметь: самостоятельно формулировать цели и задачи электрофизического эксперимента в высоковольтных электротехнологиях, выявлять приоритеты решения задач, решаемых в эксперименте	1. Основные параметры осциллографа

**Описание шкалы оценивания:***Оценка: 5**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**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**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.**КМ-3. 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:**

Знать: современные методы измерения высокого напряжения, сильного импульсного тока, параметров электромагнитного поля	1. Эффекты Керра, Фарадея, Поккельса. Их использование при регистрации электр. 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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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

Оценка: 4

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

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.

#### 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:**

Знать: понятие и основные этапы электрофизического эксперимента, как основного и классического метода исследования электрофизических процессов в ТЭВН	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

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

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

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.

### **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:**

Знать: современные методы измерения характеристик электротехнических материалов (тангенс угла диэлектрических потерь, диэлектрическая проницаемость), интенсивности частичных разрядов	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 2. Способы согласования

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*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*

*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*

*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.

# 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-5<sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание основных подходов к методам проведения экспериментальных исследований в области техники и электрофизики высоких напряжений, обработки, анализа и интерпретации полученных результатов

### Вопросы, задания

1. Расчёт параметров схем измерения ВН с добавочным сопротивлением и конденсатором
2. Источники импульсных высоких напряжений
3. Подобрать испытательный трансформатор, если необходимо достичь на объекте емкостью 10 пФ напряжения 220 кВ при токе 1 А промышленной частоты
4. Измерение сильных токов. расчёт параметров воздушного трансформатора тока (пояса Роговского)
5. Измерение напряжённости электрического и магнитного полей
6. Источники высокого напряжения постоянного тока
7. Расчёт параметров схем измерения ВН с добавочным сопротивлением и конденсатором
8. Измерение сильных токов. Расчёт параметров токового шунта, оценка погрешности измерения
9. Измерение напряжённости электрического и магнитного полей
10. Измерение сильных токов. Расчёт параметров токового шунта, оценка погрешности измерения
11. Расчёт параметров схем измерения ВН с добавочным сопротивлением и конденсатором
12. 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.
13. Подобрать испытательный трансформатор, если необходимо достичь на объекте емкостью 10 пФ напряжения 220 кВ при токе 1 А промышленной частоты
14. Расчёт параметров диодной сборки и параметров элементов каскадного умножителя
15. Рассчитать конструкцию ограничительного водяного сопротивления. Напряжение 330 кВ, предельный ток – 1 А.
16. Регистрация сигналов. Оценка требуемых параметров цифрового осциллографа
17. Расчёт параметров токоограничивающего сопротивления высокого напряжения

18. Расчёт схемы замещения омического делителя напряжений. Оценка диапазона использования делителя
19. Рассчитать величину емкости конденсатора в двухполупериодной схеме получения постоянного ВН 300 кВ с уровнем колебаний 5%. Средний ток 0,2 А, частота питающего напряжения 50 Гц.
20. Рассчитать величину емкости конденсатора в однополупериодной схеме получения постоянного ВН 200 кВ с уровнем колебаний 10%. Средний ток 0,3 А, частота питающего напряжения 50 Гц.

### **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*

*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*

*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*

*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

## **III. Правила выставления итоговой оценки по курсу**

Оценка выставляется в соответствии с бально-рейтинговой системой