

**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: Электроэнергетика

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Испытательные и электрофизические установки высокого напряжения**

**Москва
2025**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Жуликов С.С.
Идентификатор	R80c76a64-ZhulikovSS-42c2a72f	

С.С. Жуликов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кузнецов О.Н.
Идентификатор	Rf1ad9303-KuznetsovON-34bc149f	

О.Н.
Кузнецов

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тулский В.Н.
Идентификатор	R292b173d-TulskyVN-7e812984	

В.Н.
Тулский

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 участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности
- ИД-2 Выбирает параметры электрооборудования, учитывая технические и экономические ограничения

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Защита задания

1. Лабораторная работа №1 «Испытательные установки высокого напряжения кафедры ТЭВН» (Лабораторная работа)
2. Лабораторная работа №2 «Испытания электрической прочности изоляции электрооборудования» (Лабораторная работа)
3. Лабораторная работа №3 «Комбинированный генератор импульсных напряжений и токов для испытаний устройств защиты» (Лабораторная работа)
4. Лабораторная работа №4 «Генератор тока молнии» (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 «Установки для испытаний высоким напряжением, приборы и устройства для измерений высоких напряжений» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2 «Установки для испытаний сильными токами, приборы и устройства для измерений сильных токов» (Контрольная работа)

БРС дисциплины

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Лабораторная работа №1 «Испытательные установки высокого напряжения кафедры ТЭВН» (Лабораторная работа)
- КМ-2 Лабораторная работа №2 «Испытания электрической прочности изоляции электрооборудования» (Лабораторная работа)
- КМ-3 Контрольная работа №1 «Установки для испытаний высоким напряжением, приборы и устройства для измерений высоких напряжений» (Контрольная работа)
- КМ-4 Лабораторная работа №3 «Комбинированный генератор импульсных напряжений и токов для испытаний устройств защиты» (Лабораторная работа)
- КМ-5 Лабораторная работа №4 «Генератор тока молнии» (Лабораторная работа)
- КМ-6 Контрольная работа №2 «Установки для испытаний сильными токами, приборы и устройства для измерений сильных токов» (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ- 1	КМ- 2	КМ- 3	КМ- 4	КМ- 5	КМ- 6
	Срок КМ:	4	8	10	12	13	14
Высоковольтные установки и измерительная техника для испытаний высоким напряжением							
Высоковольтные установки и измерительная техника для испытаний высоким напряжением	+	+	+				
Высоковольтные установки и измерительная техника для испытаний сильными токами							
Высоковольтные установки и измерительная техника для испытаний сильными токами					+	+	+
Вес КМ:	15	15	20	15	15	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-2ПК-1 Выбирает параметры электрооборудования, учитывая технические и экономические ограничения	<p>Знать:</p> <p>методы испытаний высоковольтного электроэнергетического оборудования, параметры нормированных испытательных напряжений и токов</p> <p>виды и типы испытательных установок высокого напряжения, применяемых для испытаний электроэнергетического оборудования и научных исследований, их устройство, основной принцип действия, режимы работы</p> <p>Уметь:</p> <p>проводить выбор элементов высоковольтных установок и расчет параметров испытательных</p>	<p>КМ-1 Лабораторная работа №1 «Испытательные установки высокого напряжения кафедры ТЭВН» (Лабораторная работа)</p> <p>КМ-2 Лабораторная работа №2 «Испытания электрической прочности изоляции электрооборудования» (Лабораторная работа)</p> <p>КМ-3 Контрольная работа №1 «Установки для испытаний высоким напряжением, приборы и устройства для измерений высоких напряжений» (Контрольная работа)</p> <p>КМ-4 Лабораторная работа №3 «Комбинированный генератор импульсных напряжений и токов для испытаний устройств защиты» (Лабораторная работа)</p> <p>КМ-5 Лабораторная работа №4 «Генератор тока молнии» (Лабораторная работа)</p> <p>КМ-6 Контрольная работа №2 «Установки для испытаний сильными токами, приборы и устройства для измерений сильных токов» (Контрольная работа)</p>

		воздействий проводить испытания высоковольтного электроэнергетического оборудования с применением измерительной техники	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Лабораторная работа №1 «Испытательные установки высокого напряжения кафедры ТЭВН»

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполнение лабораторной работы, а также опрос на знания испытательных установок высокого напряжения.

Краткое содержание задания:

Задание на предварительную подготовку

1. Изучить описания испытательной установки переменного напряжения, генератора импульсных напряжений, делителя напряжения, измерительного шарового разрядника, киловольтметра, конденсатора со сжатым газом.
2. Для заданного объекта испытаний – опорного изолятора из фарфора на номинальное напряжение 35 кВ с нормальной изоляцией – определить по ГОСТ 1516.3-96 значения испытательного переменного напряжения в сухом состоянии и напряжения полного грозового импульса при нормальных атмосферных условиях (изоляция не требует проверки на отсутствие частичных разрядов).
3. Нарисовать схему замещения испытательной установки переменного напряжения (каскад из двух трансформаторов с токоограничивающим сопротивлением и объектом испытаний). По приведенным параметрам установки построить зависимость напряжения на объекте от первичного напряжения (градуировочную кривую) в диапазоне (0,1-1,0) от нормированного значения испытательного напряжения с учетом емкости объекта испытаний (15 пФ) и киловольтметра (18 пФ), подключенного параллельно объекту. Напряжение короткого замыкания каскада принять равным сумме напряжений короткого замыкания трансформаторов ступеней. По графику определить требуемое значение первичного напряжения, необходимое для испытания заданного объекта:
 - а) напряжением, равным 0,7 от значения испытательного напряжения;
 - б) испытательным напряжением промышленной частоты.
4. По приведенным параметрам ГИН-1 МВ определить требуемое значение зарядного напряжения ГИН, необходимое для испытания объекта (опорного изолятора): а) грозovým импульсом с максимальным значением, равным 0,7 от испытательного напряжения; б) стандартным грозovým импульсом напряжения. Коэффициент использования ГИН-1 МВ принять равным 0,9.
5. Подготовить таблицы для записи результатов в соответствии с заданием на испытания.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методы испытаний высоковольтного электроэнергетического оборудования, параметры нормированных испытательных напряжений и токов	1. Каково назначение, и какие технические характеристики установки WP 200/400? 2. Каково назначение, и какие

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	технические характеристики установки ГИН 1 МВ? 3. Каково назначение, и какие технические характеристики устройства SMR 10/1250? 4. Для каких целей применяется шаровой разрядник? Какие параметры он имеет?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если лабораторная работа выполнена верно, а также на защите студент правильно ответил на все поставленные вопросы

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если лабораторная работа выполнена с небольшими замечаниями, а также на защите студент правильно ответил на все поставленные вопросы

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если лабораторная работа выполнена с грубыми замечаниями, а также на защите студент правильно ответил не на все поставленные вопросы

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

КМ-2. Лабораторная работа №2 «Испытания электрической прочности изоляции электрооборудования»

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполнение лабораторной работы, а также опрос на знания испытаний электрической прочности изоляции электрооборудований.

Краткое содержание задания:

Задание на испытания

1. Изучить испытательные установки и измерительные устройства высокого напряжения, представленные в высоковольтном зале, ознакомиться с конструкцией и элементами установок.
Зарисовать с натуры электрическую схему ГИН-1 МВ, измерить значения зарядных, разрядных и демпфирующих сопротивлений ГИН.
2. Экспериментально определить градуировочную кривую каскада трансформаторов (не менее четырех точек) с помощью киловольтметра С100, включенного параллельно объекту испытаний, и вольтметра, измеряющего первичное напряжение каскада.

- Напряжение на объекте устанавливать не более 0,7 от испытательного напряжения промышленной частоты.
- Измеренные значения нанести на график п.3 «Задания на предварительную подготовку».
- По экспериментальной градуировочной кривой определить требуемое значение первичного напряжения, необходимое для испытания объекта напряжением промышленной частоты в сухом состоянии. Сравнить его с рассчитанным в п.3 «Задания на предварительную подготовку».
3. Отключить киловольтметр С100, провести испытания заданного объекта одноминутным напряжением промышленной частоты. Оценить результаты испытания.
4. Определить фактический коэффициент использования ГИН-1 МВ при испытаниях заданного объекта грозowymi импульсами с помощью делителя напряжения и осциллографа при максимальном значении напряжения, равном 0,7 от испытательного напряжения. Масштабный коэффициент схемы измерения напряжения (делитель напряжения, измерительный кабель, дополнительный делитель, осциллограф) – 1:40000. По осциллограмме определить длительность фронта и импульса напряжения. По фактическому коэффициенту использования ГИН-1 МВ определить требуемое зарядное напряжение, необходимое для испытания объекта стандартным грозowym импульсом напряжения.
5. Провести испытания заданного объекта грозowymi импульсами напряжения одной полярности трехударным методом. Оценить результаты испытания.
6. Провести испытания объекта методом 100%-го разряда в соответствии с п.А.2.3 ГОСТ 1516.2-97 при приложении 10-ти полных грозowych импульсов напряжения. Измерить разрядные напряжения с помощью делителя и осциллографа без учета поправок на атмосферные условия.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методы испытаний высоковольтного электроэнергетического оборудования, параметры нормированных испытательных напряжений и токов	1. Каковы параметры стандартного грозowego импульса для испытания опорного изолятора номинальным напряжением 35 кВ? 2. Какое зарядное напряжение ГИН требуется для испытаний опорного изолятора номинальным напряжением 35 кВ стандартным грозowym импульсом? 3. Какой коэффициент использования имеет ГИН 1 МВ?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если лабораторная работа выполнена верно, а также на защите студент правильно ответил на все поставленные вопросы

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если лабораторная работа выполнена с небольшими замечаниями, а также на защите студент правильно ответил на все поставленные вопросы

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если лабораторная работа выполнена с грубыми замечаниями, а также на защите студент правильно ответил не на все поставленные вопросы

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

КМ-3. Контрольная работа №1 «Установки для испытаний высоким напряжением, приборы и устройства для измерений высоких напряжений»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Вариант задания выдается студентам в аудитории либо высылается почтой ОСЭП. За час обучающиеся должны в письменном виде подготовить своё решение и сдать на проверку преподавателю (при дистанционном формате обучения ответы высылаются в виде фото-отчета или отсканированного решения почтой ОСЭП).

Краткое содержание задания:

Проверка знаний студентов по теме “Высоковольтные установки и измерительная техника для испытаний высоким напряжением” в виде контрольной работы, состоящей из трех задач

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: виды и типы испытательных установок высокого напряжения, применяемых для испытаний электроэнергетического оборудования и научных исследований, их устройство, основной принцип действия, режимы работы	1. Каким максимальным напряжением промышленной частоты можно испытать объект емкостью 3185 пФ, включенный через токоограничивающее сопротивление 200 кОм, с помощью испытательного трансформатора ($P_N=2 \text{ МВ}\cdot\text{А}$, $U_{2НОМ}=1 \text{ МВ}$)? 2. Источник питания какой мощности и с каким номинальным напряжением, и реактор с какой индуктивностью требуются для испытания объекта емкостью 6762 пФ напряжением промышленной частоты 942 кВ с помощью резонансной схемы с токоограничивающим сопротивлением 5 кОм? 3. При испытании объекта емкостью 5 нФ импульсным напряжением 800 кВ выходное напряжение ГИН (10 ступеней, односторонняя зарядка) составило 1 МВ.

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	<p>Нарисовать схему ГИН, определить емкость ступени и зарядное напряжение. Активными сопротивлениями схемы пренебречь.</p> <p>4.Целесообразно ли использовать цифровой осциллограф с полосой пропускания 100 МГц, максимальной частотой дискретизации 1 Гвыб/с и длиной записи 10000 точек для регистрации импульсных помех ($TФ=1$ мкс, $TИ<3$ мкс), наложенных на основной сигнал – напряжение промышленной частоты длительностью два периода? Сигнал какой длительности можно зарегистрировать этим осциллографом с минимальным временем дискретизации?</p> <p>5.Омический делитель напряжения ($R1=30$ кОм, $R2=30$ Ом) с кабелем ($ZC=50$ Ом, длина 100 м) используется для измерения грозовых импульсов. Кабель согласован у делителя, входное сопротивление осциллографа: а) $RВХ=1$ МОм, б) $RВХ=50$ Ом, амплитуда сигнала на экране осциллографа в обоих случаях составила 10 В. Определить амплитуды измеряемых импульсов.</p>

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Отлично», если решения всех задач выполнены без ошибок и представлены аргументированные выводы по полученным расчетным результатам

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Хорошо», если решения двух из трех задач выполнены без ошибок и представлены аргументированные выводы по полученным расчетным результатам, а при решении третьей задачи допущены неточности в расчетах и непринципиальные ошибки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Удовлетворительно», если решения двух из трех задач выполнены в целом без принципиальных ошибок, но выводы по полученным расчетным результатам слабо аргументированы, а третья задача не решена или при ее решении допущены грубые ошибки

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Неудовлетворительно», если не решены две или три задачи

КМ-4. Лабораторная работа №3 «Комбинированный генератор импульсных напряжений и токов для испытаний устройств защиты»

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполнение лабораторной работы, а также опрос на знания комбинированного генератора импульсных напряжений и токов для испытаний устройств защиты.

Краткое содержание задания:

Задание на проведение работы

1. Изучить расположение и назначение органов управления осциллографа TDS2022B.
2. С помощью пробника P2220 с коэффициентом деления 1:10 зарегистрировать однократный импульс напряжения 1,2/50 мкс амплитудой ~140 В (положительной полярности) с запуском осциллографа по измеряемому сигналу. Выполнить автоматические измерения амплитуды и длительности импульса.
3. Аналогичным образом зарегистрировать фронт импульса напряжения. Выполнить курсорные измерения амплитуды и длительности фронта импульса.
4. Ознакомиться с конструкцией и элементами комбинированного генератора, измерительными устройствами и пультом управления.
5. Установив на осциллографе масштабы по напряжению и по времени, определенные в п.3 задания на предварительную подготовку, измерить напряжение холостого хода генератора с помощью делителей напряжения ДН1 и ДН2 при зарядном напряжении генератора 6 кВ. По осциллограммам определить амплитуду напряжения, длительность фронта и импульса.
6. Установить короткую вместо объекта испытаний и, установив на осциллографе масштабы по напряжению и по времени, определенные в п.5 задания на предварительную подготовку, измерить ток короткого замыкания генератора с помощью шунта и делителя ДН3. По осциллограмме определить амплитуду тока, период колебаний и сравнить полученные значения с рассчитанными в пп.4 задания на предварительную подготовку. По измеренному периоду рассчитать индуктивность разрядного контура генератора. Объяснить отличия.
7. Установить УЗИП низкого напряжения на базе варистора (уровень защиты менее 1,3 кВ) и провести его испытание при зарядном напряжении генератора 6 кВ с регистрацией напряжения и тока. По осциллограмме определить остающееся напряжение УЗИП, параметры импульса тока.
8. По результатам проведенных испытаний сделать выводы.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: проводить испытания высоковольтного электроэнергетического оборудования с применением измерительной техники	1.Перечислите устройства защиты от импульсных перенапряжений и опишите принцип их действия. 2.Перечислите основные технические характеристики УЗИП и ОПН. 3.Расскажите каким образом осуществляется измерение импульсного напряжения на выходе

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	комбинированного генератора

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если лабораторная работа выполнена верно, а также на защите студент правильно ответил на все поставленные вопросы

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если лабораторная работа выполнена с небольшими замечаниями, а также на защите студент правильно ответил на все поставленные вопросы

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если лабораторная работа выполнена с грубыми замечаниями, а также на защите студент правильно ответил не на все поставленные вопросы

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

КМ-5. Лабораторная работа №4 «Генератор тока молнии»

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполнение лабораторной работы, а также опрос на знания генератора тока молнии.

Краткое содержание задания:

изучение конструкции и принципа действия генератора тока молнии четырехкомпонентного (ГТМ-4), получение практических навыков проведения испытаний на молниестойкость объектов, подвергающихся прямому воздействию молнии в соответствии с требованиями нормативных документов

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: проводить выбор элементов высоковольтных установок и расчет параметров испытательных воздействий	<ol style="list-style-type: none"> 1.Расскажите какое зарядной напряжение генераторов импульсных составляющих тока молнии А и D. Каково назначение ? 2.Опишите параметры (амплитуда, длительность, интеграл действия) компоненты А тока молнии. 3.Опишите параметры (амплитуда, длительность, интеграл действия) компоненты В тока молнии. 4.Опишите параметры (амплитуда,

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	длительность, интеграл действия) компоненты С тока молнии.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется, если лабораторная работа выполнена верно, а также на защите студент правильно ответил на все поставленные вопросы

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если лабораторная работа выполнена с небольшими замечаниями, а также на защите студент правильно ответил на все поставленные вопросы

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если лабораторная работа выполнена с грубыми замечаниями, а также на защите студент правильно ответил не на все поставленные вопросы

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

КМ-6. Контрольная работа №2 «Установки для испытаний сильными токами, приборы и устройства для измерений сильных токов»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Вариант задания выдается студентам в аудитории либо высылается почтой ОСЭП. За час обучающиеся должны в письменном виде подготовить своё решение и сдать на проверку преподавателю (при дистанционном формате обучения ответы высылаются в виде фото-отчета или отсканированного решения почтой ОСЭП).

Краткое содержание задания:

Проверка знаний студентов по теме “Высоковольтные установки и измерительная техника для испытаний сильными токами” в виде контрольной работы, состоящей из трех задач

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: проводить выбор элементов высоковольтных установок и расчет параметров испытательных воздействий	1. Индуктивный накопитель энергии обеспечил протекание через нагрузку сопротивлением 2,8 Ом импульса тока амплитудой 30 кА и длительностью 0,1 с. Определить индуктивность накопителя и значение запасенной энергии. Потерями пренебречь. 2. При измерении импульсного тока 8/20 мкс

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	<p>амплитудой 40 кА с помощью шунта сопротивлением 1 мОм максимальное значение сигнала на экране осциллографа составило 50 В. Оценить индуктивность шунта и вызванную ей погрешность. Другими погрешностями пренебречь.</p> <p>3. При измерении стандартного импульса тока 10/350 мкс (ТФ/ТИ) поясом Роговского (индуктивность пояса – 1000 мкГн, взаимная индуктивность пояса с контуром измеряемого тока – 10 мкГн) с интегрирующей L-R-C схемой, амплитуда сигнала на экране осциллографа составила 5 В. Какова была амплитуда измеряемого тока, если постоянные времени схемы интегрирования $t_1 = 0,005ТФ$, $t_2 = 1000ТИ$?</p> <p>4. Каким образом с помощью емкостного накопителя энергии (СЕНЭ=10 мкФ, UЗАР=0-61 кВ) можно получить в нагрузке индуктивностью 2 мкГн униполярный импульс тока амплитудой 50 кА, если сопротивление разрядного контура можно регулировать в диапазоне 0,8-1,0 Ом с точностью 0,01 Ом, а режим кроубар использовать нельзя? (Длительность фронта и длительность импульса тока значения не имеют).</p> <p>5. Каким образом с помощью емкостного накопителя энергии (СЕНЭ=8 мкФ, UЗАР=0-100 кВ) можно получить в нагрузке сопротивлением 0,1 Ом униполярный импульс тока 10/350 мкс амплитудой 100 кА, если индуктивность разрядного контура составляет 5 мкГн?</p>

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Отлично», если решения всех задач выполнены без ошибок и представлены аргументированные выводы по полученным расчетным результатам

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Хорошо», если решения двух из трех задач выполнены без ошибок и представлены аргументированные выводы по полученным расчетным результатам, а при решении третьей задачи допущены неточности в расчетах и непринципиальные ошибки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Удовлетворительно», если решения двух из трех задач выполнены в целом без принципиальных ошибок, но выводы по полученным расчетным результатам слабо аргументированы, а третья задача не решена или при ее решении допущены грубые ошибки

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Неудовлетворительно», если не решены две или три задачи

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

1. Типы накопителей энергии – принцип действия, характеристики, области применения.
2. Делители напряжения. Основные требования к делителям. Общая схема замещения делителя и ее элементы. Типы делителей и их коэффициент деления.
3. Какое токоограничивающее сопротивление необходимо поставить в цепь нагрузки испытательного трансформатора ($R_N=3 \text{ МВ}\cdot\text{А}$, $U_{2НОМ}=1,5 \text{ МВ}$, $u_K=8\%$), чтобы ток короткого замыкания не превышал 30 А?

Процедура проведения

Проводится в устной форме по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа. Время на подготовку ответа – 45 минут.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК-1} Выбирает параметры электрооборудования, учитывая технические и экономические ограничения

Вопросы, задания

- 1.1. Типы накопителей энергии – принцип действия, характеристики, области применения.
2. Делители напряжения. Основные требования к делителям. Общая схема замещения делителя и ее элементы. Типы делителей и их коэффициент деления.
3. Какое токоограничивающее сопротивление необходимо поставить в цепь нагрузки испытательного трансформатора ($R_N=3 \text{ МВ}\cdot\text{А}$, $U_{2НОМ}=1,5 \text{ МВ}$, $u_K=8\%$), чтобы ток короткого замыкания не превышал 30 А?
 - 2.1. Емкостные накопители энергии – принцип действия, состав, основные характеристики. Схемы зарядки емкостных накопителей.
 2. Частотные характеристики делителей различных типов. Реакция на прямоугольный импульс.
 3. Объект испытаний емкостью 10000 пФ подключен к испытательному трансформатору через токоограничивающее сопротивление РОГР. При испытании объекта напряжением промышленной частоты 700 кВ напряжение на выходе трансформатора составило 733,75 кВ. Определить значение сопротивления РОГР.
 - 3.1. Разрядный контур емкостного накопителя энергии. Схема замещения, режимы разряда и характеристики разрядного тока. Особенности многоконтурных схем емкостных накопителей энергии.

2. Омические делители напряжения. Схема замещения, характеристики, реакция на прямоугольный импульс. Особенности применения, конструкции омических делителей.

3. Какое напряжение надо подать на первичную обмотку испытательного трансформатора ($P_N=5 \text{ МВ}\cdot\text{А}$, $U_{2НОМ}=1 \text{ МВ}$, $u_K=5\%$, $k_T=100$), чтобы испытать объект емкостью 5000 пФ, включенный через токоограничивающее сопротивление 100 кОм, напряжением промышленной частоты 800 кВ?

4.1. Разряд емкостного накопителя энергии в режиме «кrouбар». Схема разрядного контура, требования к кrouбарному коммутатору. Область применения.

2. Смешанные делители напряжения – типы, характеристики и особенности работы.

3. Каким максимальным напряжением промышленной частоты можно испытать объект емкостью 3185 пФ, включенный через токоограничивающее сопротивление 200 кОм, с помощью испытательного трансформатора ($P_N=2 \text{ МВ}\cdot\text{А}$, $U_{2НОМ}=1 \text{ МВ}$)?

5.1. Работа емкостного накопителя энергии с согласующим импульсным трансформатором.

2. Измерение сильных импульсных и периодических токов с помощью шунтов. Требования к шунтам. Основные параметры и конструкции шунтов.

3. Источник питания какой мощности и с каким номинальным напряжением, и реактор с какой индуктивностью требуются для испытания объекта емкостью 6762 пФ напряжением промышленной частоты 942 кВ с помощью резонансной схемы с токоограничивающим сопротивлением 5 кОм?

6.1. Индуктивные накопители энергии – принцип действия, состав, основные характеристики, особенности работы. Способы увеличения разрядного тока.

2. Погрешности при измерениях сильных токов с помощью шунтов различных конструкций и способы их устранения.

3. До какого напряжения можно зарядить генератор Ван-де-Граафа (емкость генератора $C_{ГЕН}=1500 \text{ пФ}$, поверхностная плотность заряда ленты $\sigma_L=15 \text{ мкКл/м}^2$, ширина ленты $b_L=1 \text{ м}$, скорость движения ленты $v_L=20 \text{ м/с}$) за 45 с, если при напряжении генератора более 5 МВ ток утечки составляет 0,1 мА?

7.1. Особенности работы индуктивного накопителя энергии на омическую, индуктивную и емкостную нагрузку. Область применения.

2. Измерение сильных токов с помощью воздушного трансформатора тока (пояса Роговского) и устройства на основе эффекта Холла. Схемы, особенности применения.

3. При испытании объекта емкостью 5 нФ импульсным напряжением 800 кВ выходное напряжение ГИН (10 ступеней, односторонняя зарядка) составило 1 МВ. Нарисовать схему ГИН, определить емкость ступени и зарядное напряжение. Активными сопротивлениями схемы пренебречь.

8.1. Испытательные трансформаторы высокого напряжения. Особенности, типовые конструкции, основные параметры, область применения.

2. Измерение высоких напряжений с помощью шаровых разрядников. Требования к конструкции, методы измерения, причины возникновения погрешностей.

3. Каким образом с помощью емкостного накопителя энергии ($C_{ЕНЭ}=8 \text{ мкФ}$, $U_{ЗАР}=0-100 \text{ кВ}$) можно получить в нагрузке сопротивлением $0,1 \text{ Ом}$ униполярный импульс тока $10/350 \text{ мкс}$ амплитудой 100 кА , если индуктивность разрядного контура составляет 5 мкГн ?

9.1. Каскадные схемы испытательных трансформаторов и резонансные схемы для испытаний переменным высоким напряжением. Принцип действия, особенности, область применения.

2. Измерение высоких напряжений с помощью электростатических вольтметров. Принцип действия, особенности применения.

3. Каким образом с помощью емкостного накопителя энергии ($C_{ЕНЭ}=10 \text{ мкФ}$, $U_{ЗАР}=0-61 \text{ кВ}$) можно получить в нагрузке индуктивностью 2 мкГн униполярный импульс тока амплитудой 50 кА , если сопротивление разрядного контура можно регулировать в диапазоне $0,8-1,0 \text{ Ом}$ с точностью $0,01 \text{ Ом}$, а режим кроубар использовать нельзя? (Длительность фронта и длительность импульса тока значения не имеют).

10.1. Установки высокого напряжения постоянного тока, область применения. Схемы с выпрямителями. Однополупериодное выпрямление с фильтрующей емкостью и сопротивлением нагрузки.

2. Измерение переменных и постоянных высоких напряжений прибором с добавочным резистором или конденсатором. Область применения, особенности.

3. Индуктивный накопитель энергии обеспечил протекание через нагрузку сопротивлением $2,8 \text{ Ом}$ импульса тока амплитудой 30 кА и длительностью $0,1 \text{ с}$. Определить индуктивность накопителя и значение запасенной энергии. Потерями пренебречь.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какие параметры стандартного испытательного грозового импульса?

Ответы:

1. $8/20 \text{ мкс}$
2. $1,2/50 \text{ мкс}$
3. $10/350 \text{ мкс}$
4. $0,25/10 \text{ мкс}$

Верный ответ: Ответ: 2

2. Какие параметры стандартного испытательного апериодического коммутационного импульса?

Ответы:

1. $100/2500 \text{ мкс}$
2. $250/2500 \text{ мкс}$
3. $500/2500 \text{ мкс}$
4. $1000/5000 \text{ мкс}$

Верный ответ: Ответ: 1

3. Какой должна быть суммарная нагрузочная емкость со стороны высокого напряжения для создания реальных условий развития лидера при испытаниях переменным напряжением промышленной частоты?

Ответы:

1. 100 пФ
2. 200 пФ
3. 500 пФ
4. 750 пФ

Верный ответ: Ответ: 3

4.Какой должна быть стандартная выдержка времени при испытаниях изоляции оборудования переменным напряжением промышленной частоты?

Ответы:

1. 0,5 мин
2. 1 мин
3. 2 мин
4. 5 мин

Верный ответ: Ответ: 2

5.На какой частоте проводятся испытания трансформаторов и реакторов индуктированным напряжением?

Ответы:

1. 50 Гц
2. 100 Гц
3. 150 Гц
4. 225 Гц

Верный ответ: Ответ: 4

6.На какой процент допустимо снижение напряжение промышленной частоты на объекте испытаний при испытаниях увлажненной и загрязненной изоляции?

Ответы:

1. 1%
2. 2%
3. 5%
4. 7%

Верный ответ: Ответ: 3

7.В каком диапазоне находится добротность контура резонансной схемы при испытаниях изоляции оборудования переменным напряжением промышленной частоты?

Ответы:

1. 10-20
2. 20-40
3. 40-90
4. 20-80

Верный ответ: Ответ: 4

8.Какова предельная скорость движения диэлектрической ленты в электростатическом генераторе Ван-де-Граафа?

Ответы:

1. 5 м/с
2. 10 м/с
3. 30 м/с
4. 40 м/с

Верный ответ: Ответ: 3

9.Какой коэффициент использования зарядного напряжения ГИН?

Ответы:

1. 0,4
2. 0,6
3. 0,7
4. 0,9

Верный ответ: Ответ: 4

10.Какова эквивалентная частота грозового импульса?

Ответы:

1. 102 кГц
2. 208 кГц

3. 526 кГц

4. 1,1 МГц

Верный ответ: Ответ: 2

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, который показал при ответе на вопросы зачетного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, в основном правильно ответившему на вопросы зачетного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом непринципиальные ошибки.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы зачетного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам при ответах на дополнительные вопросы.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы зачетного билета; б) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела экзаменационной программы.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачётной составляющих.