

**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: Электромеханика, электрические и электронные аппараты

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Аппараты высокого напряжения**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кузнецова Е.А.
	Идентификатор	Re7bf1ad9-KuznetsovaYA-c9331b9

Е.А.
Кузнецова

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кузнецова Е.А.
	Идентификатор	Re7bf1ad9-KuznetsovaYA-c9331b9

Е.А.
Кузнецова

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Киселев М.Г.
	Идентификатор	R572ca413-KiselevMG-f37ee096

М.Г. Киселев

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-3 Способен использовать методы математического анализа и компьютерного моделирования для изучения принципов функционирования и исследования характеристик и особенностей работы электрических машин и аппаратов

ИД-4 Демонстрирует знание области применения, подходов к выбору аппаратов высокого напряжения и владеет навыками проведения экспериментов

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Дугогашение в аппаратах высокого напряжения (Тестирование)
2. Общие вопросы, номинальные параметры и режимы эксплуатации (Тестирование)
3. Особенности работы аппаратов высокого напряжения в различных режимах работы сети (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ (Коллоквиум)

БРС дисциплины

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Введение					
Аппараты высокого напряжения: классификация, основные технические параметры.		+			+
Коммутационные аппараты					
Воздушные выключатели.		+	+	+	+
Элегазовые выключатели		+	+	+	+
Масляные выключатели		+	+	+	+
Вакуумные выключатели		+	+	+	+
Аппараты измерения					

Трансформаторы тока и напряжения	+	+	+	+
Аппараты защиты, экраны, КРУ				
Реакторы	+	+	+	+
Ограничители перенапряжений и разрядники	+	+	+	+
Экраны	+	+	+	+
Комплектные распределительные устройства	+	+	+	+
Вес КМ:	20	20	20	40

\$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-3	ИД-4ПК-3 Демонстрирует знание области применения, подходов к выбору аппаратов высокого напряжения и владеет навыками проведения экспериментов	Знать: Области применения аппаратов высокого напряжения, происходящие в аппаратах высокого напряжения процессы. Влияние различных режимов работы на аппарат высокого напряжения. Уметь: Выбирать аппарат высокого напряжения для указанных условий работы.	Общие вопросы , номинальные параметры и режимы эксплуатации (Тестирование) Дутогашение в аппаратах высокого напряжения (Тестирование) Особенности работы аппаратов высокого напряжения в различных режимах работы сети (Контрольная работа) Защита лабораторных работ (Коллоквиум)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Общие вопросы , номинальные параметры и режимы эксплуатации

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится письменное тестирование. Тест состоит из десяти вопросов, время на выполнение задания 15 минут.

Краткое содержание задания:

Предлагается пять вопросов на знание и пять вопросов на умение.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Области применения аппаратов высокого напряжения, происходящие в аппаратах высокого напряжения процессы.	1.Разрядник предназначен а) для защиты электроустановки от сверхтока; б) для ограничения токов короткого замыкания; в) для защиты изоляции от перенапряжения; г) для ограничения напряжения холостого хода. 2.Элегазовый выключатель использует элегаз а) как дугогасящую среду; б) как изолирующую среду; в) как дугогасящую и изолирующую среду; г) как проводящую среду.
Уметь: Выбирать аппарат высокого напряжения для указанных условий работы.	1.Рассчитайте частоту восстанавливающегося напряжения на выключателе, если имеет место короткое замыкание сразу за выключателем, подсоединенным к мощной сети через реактор с индуктивностью 1 мГн. Собственная емкость оборудования за реактором 1000 пФ. 2.Рассчитайте скорость изменения тока в окрестности нуля, если известно, что отключается ток 31,5 кА в сети с частотой 50 Гц. 3.Определить ток трехфазного КЗ в начале линии с номинальным напряжением 10 кВ, подключенной к мощной сети через реактор с номинальным током 1 кА и процентной реактивностью 5% 4.Определить допустимую скорость изменения тока в окрестности нуля для воздушного выключателя с одним разрывом, односторонним дутьем и давлением в камере 1,5 МПа 5.Рассчитать величину шунтирующего резистора для успешного отключения тока 31,5 кА в двухразрывном воздушном выключателе с односторонним дутьем и давлением в камере 1,5 МПа.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно. Допущена одна ошибка

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. Допущено две ошибки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Допущено три или четыре ошибки

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Допущено более четырех ошибок

КМ-2. Дугогашение в аппаратах высокого напряжения

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится письменное тестирование. Тест состоит из десяти вопросов, время на выполнение задания 15 минут.

Краткое содержание задания:

Предлагается пять вопросов на знание.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: Выбирать аппарат высокого напряжения для указанных условий работы.	1. Определить скорость изменения тока при токе неудалённого к.з. 50кА. Сможет ли воздушный выключатель при давлении в баке 1,6МПа отключить его? Если да, то при каком значении шунтирующего сопротивления? 2. Определить допустимый ток отключения воздушного выключателя с параметрами дугогасительной системы: диаметр сопла 40 мм, перепад давления 4.0 МПа , падение напряжения на дуге 0,7 кВ. 3. Каков должен быть диаметр сопла дутьевой системы воздушного выключателя для отключения тока 50 кА, если перепад давления в сопле 8 атм, а эффективное падение напряжения на дуге 0,7 Кв? 4. Определить необходимую величину шунтирующего сопротивления для двухразрывного модуля воздушного выключателя на 110 кВ при отключении тока неудалённого к.з. 31,5 кА при односторонней системе воздушного дутья при давлении 1,6 МПа, обеспечивающего успешное гашение.
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

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

КМ-3. Особенности работы аппаратов высокого напряжения в различных режимах работы сети

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выдается письменное задание, содержащее две задачи на расчет различных параметров аппаратов высокого напряжения.

Краткое содержание задания:

По известным данным определить требуемый параметр.

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: Выбирать аппарат высокого напряжения для указанных условий работы.	1.Определить ток трехфазного КЗ за трансформатором с номинальной мощностью 160 МВА, номинальное напряжение 110 кВ, процентная реактивность 10%. 2.Определить частоту и скорость восстановления напряжения на выключателе, установленным за трансформатором с номинальной мощностью 200 МВА. Напряжение сети 220 кВ, нейтраль не заземлена.
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-4. Защита лабораторных работ

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

Вес контрольного мероприятия в БРС: 40

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выдаются вопросы для защиты лабораторных работ. Опрос проводится устно.

Краткое содержание задания:

Выдаются контрольные вопросы, указанные в описании лабораторной работы.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Влияние различных режимов работы на аппарат высокого напряжения.	1.Что такое электрическая дуга?
Уметь: Выбирать аппарат высокого напряжения для указанных условий работы.	1.Определите допустимый ток отключения для воздушного выключателя.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

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

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Аппараты высокого напряжения. Назначение. Классификация. Основные номинальные параметры. Режим АПВ и требования к быстродействию выключателей, используемых в этом режиме.
2. Элегаз. Физико-технические свойства элегаза. Особенности процессов диссоциации элегаза в дуговом столбе вблизи перехода тока через нуль. «Электроотрицательный» газ.
3. Каков должен быть диаметр сопла дутьевой системы воздушного выключателя для отключения тока $I = 31.5$ кА, если перепад давления в сопле 0,8 МПа, а эффективное падение напряжения на дуге 0,7 кВ?

Процедура проведения

Студент выбирает билет, готовится к ответу в течение часа, далее устно отвечает преподавателю.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-4_{ПК-3} Демонстрирует знание области применения, подходов к выбору аппаратов высокого напряжения и владеет навыками проведения экспериментов

Вопросы, задания

1. Аппараты высокого напряжения. Назначение. Классификация. Основные номинальные параметры. Режим АПВ и требования к быстродействию выключателей, используемых в этом режиме.
2. Элегаз. Физико-технические свойства элегаза. Особенности процессов диссоциации элегаза в дуговом столбе вблизи перехода тока через нуль. «Электроотрицательный» газ.
3. Воздушные выключатели. Область использования. Основные газовые законы. Принцип действия. Механизм процесса гашения дуги в дутьевой системе.
4. Элегазовые выключатели. Особенности процесса гашения дуги и существующие принципы, реализуемые на практике. Конструктивные особенности дугогасительных устройств и взаимосвязь с требованиями к приводным устройствам.
5. Особенности процесса восстановления электрической прочности воздушных выключателей. Термодинамический эффект и предельная отключающая способность.
6. Трансформаторы тока. Назначение. Электромагнитный принцип действия. Факторы, влияющие на токовую погрешность. Альтернативные принципы измерения тока при сверхвысоком напряжении.
7. Элегазовые выключатели. Физико-технические свойства элегаза. Конструктивные особенности дугогасительных устройств различных принципов гашения. Достоинства и недостатки в сравнении с воздушными выключателями.
8. Особенности требований к выключателю при отключении удаленного короткого замыкания. Назначение и использование шунтирующих резисторов в воздушных выключателях. Противоречивость требований к величине шунтирующего сопротивления и критерии выбора.

- 9.Токовая погрешность трансформатора тока электромагнитного принципа действия и факторы, оказывающие влияние на нее. Способы компенсации погрешности.
- 10.Особенности роста восстанавливающейся электрической прочности коммутационных промежутков в воздушных выключателях. «Термодинамический эффект» и предел отключающей способности.

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.С помощью разъединителя возможно выполнить:
- Ответы:
1. Токоограничение
 2. Ограничение перенапряжения
 3. Отключение зарядного или намагничивающего тока
 4. Отключение тока короткого замыкания
- Верный ответ: 3. Отключение зарядного или намагничивающего тока
- 2.Дугогасящие свойства элегаза:
- Ответы:
1. Уступают дугогасящим свойствам воздуха
 2. Соответствуют дугогасящим свойствам воздуха
 3. Превосходят дугогасящие свойства воздуха
 4. Значительно уступают дугогасящим свойствам воздуха
- Верный ответ: 3. Превосходят дугогасящие свойства воздуха
- 3.Номинальная мощность трансформатора напряжения определяется:
- Ответы:
1. Термической стойкостью
 2. Электродинамической стойкостью
 3. Погрешностью вторичного напряжения
 4. Стойкостью к перенапряжениям
- Верный ответ: 3. Погрешностью вторичного напряжения
- 4.Соппротивление нагрузки трансформатора тока должно быть:
- Ответы:
1. Не менее указанного изготовителем
 2. Не более указанного изготовителем
 3. Равно указанному изготовителем
 4. Равно нулю
- Верный ответ: 2. Не более указанного изготовителем
- 5.Дуга в вакуумном выключателе существует:
- Ответы:
1. В парах металла контактов
 2. В элегазе
 3. В масле
 4. В парах материала изолятора
- Верный ответ: В парах металла контактов
- 6.Определить ток трехфазного КЗ за трансформатором с номинальной мощностью 160 МВА, номинальным напряжением 110 кВ, напряжением короткого замыкания 10%. Трансформатор питается от сети бесконечной мощности
- Ответы:
- Необходимо найти номинальный ток (частное от деления полной мощности на утроенное значение фазного напряжения), далее номинальный ток поделить на напряжение короткого замыкания, выраженное в долях.
- Верный ответ: 8,4 кА
- 7.В сетях высокого напряжения ток междуфазного короткого замыкания:
- Ответы:

1. Ограничен активным сопротивлением сети
2. Ограничен индуктивным сопротивлением сети
3. Ограничен емкостным сопротивлением сети
4. Ограничен сопротивлением изоляции

Верный ответ: 2. Ограничен индуктивным сопротивлением сети

8. Каково назначение реактора в сети высокого напряжения?

Ответы:

1. Ограничение перенапряжений
2. Компенсация провалов напряжения
3. Отключение тока короткого замыкания
4. Ограничение тока короткого замыкания

Верный ответ: 4. Ограничение тока короткого замыкания

9. Высокоскоростной выключатель нагрузки не способен отключить:

Ответы:

1. Зарядные и намагничивающие токи
2. Ток нагрузки
3. Ток перегрузки
4. Ток короткого замыкания

10. Комбинация "короткозамыкатель-отделитель" используется вместо

Ответы:

1. Высокоскоростного выключателя
2. Разъединителя
3. Разрядника
4. Реактора

Верный ответ: 1. Высокоскоростного выключателя

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.

Оценка: 2

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

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу