

**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: Электромеханическое преобразование энергии и методы его исследования

Уровень образования: высшее образование - магистратура

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	Церковский Ю.Б.
	Идентификатор	R1eef284e-TserkovskyYB-eb5d8f9f

Ю.Б.
Церковский

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ширинский С.В.
	Идентификатор	Rac9f4bfa-ShirinskiiSV-a85b725f

С.В.
Ширинский

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-1 Способен ставить задачи и планировать исследования и разработки, выбирать методы экспериментальной и проектной деятельности, интерпретировать и представлять результаты научных исследований и разработок

ИД-1 Демонстрирует знание современных средств в области электромеханических преобразователей энергии и методы их исследования и разработки

ИД-2 Критически анализирует свойства современных средств в области электромеханических преобразователей энергии и возможности методов их исследования и разработки

2. ПК-2 Способен оптимально выбирать наиболее эффективные из известных и проектировать новые технические решения в области профессиональной деятельности в рамках сформулированной задачи

ИД-3 Применяет методы расчёта, проектирования и конструирования электромеханических систем и их элементов

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

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Общие вопросы, номинальные параметры и режимы эксплуатации (Тестирование)
- КМ-2 Дугогашение в аппаратах высокого напряжения (Тестирование)
- КМ-3 Особенности работы аппаратов высокого напряжения в различных режимах работы сети (Контрольная работа)
- КМ-4 Защита лабораторных работ (Коллоквиум)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

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:		15	25	35	25

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-1 _{ПК-1} Демонстрирует знание современных средств в области электромеханических преобразователей энергии и методы их исследования и разработки	Знать: Области применения аппаратов высокого напряжения	КМ-2 Дугогашение в аппаратах высокого напряжения (Тестирование)
ПК-1	ИД-2 _{ПК-1} Критически анализирует свойства современных средств в области электромеханических преобразователей энергии и возможности методов их исследования и разработки	Знать: Происходящие в аппаратах высокого напряжения процессы Уметь: Выполнять расчет воздействий на аппарат высокого напряжения	КМ-1 Общие вопросы , номинальные параметры и режимы эксплуатации (Тестирование) КМ-4 Защита лабораторных работ (Коллоквиум)
ПК-2	ИД-3 _{ПК-2} Применяет методы расчёта, проектирования и конструирования электромеханических систем и их элементов	Знать: Влияние различных режимов работы на аппарат высокого напряжения Уметь: Выбирать аппарат высокого напряжения для указанных условий работы	КМ-2 Дугогашение в аппаратах высокого напряжения (Тестирование) КМ-3 Особенности работы аппаратов высокого напряжения в различных режимах работы сети (Контрольная работа)

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: 15

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:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: Выполнять расчет воздействий на аппарат высокого напряжения	1.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%

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Допущена одна ошибка

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Допущено две ошибки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Допущено три или четыре ошибки

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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: 25

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:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
---	------------------------------

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: Области применения аппаратов высокого напряжения	1. По сравнению с воздухом, элегаз характеризуется: а) большей электрической прочностью; б) меньшей плотностью; в) большей коррозионной активностью; г) меньшей стоимостью.
Знать: Влияние различных режимов работы на аппарат высокого напряжения	1. Успешное гашение дуги в вакуумном выключателе возможно: а) при отсутствии термоэлектронной эмиссии с катода в следующем полупериоде; б) при наличии термоэлектронной эмиссии с катода в следующем полупериоде;

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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: 35

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:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: Выбирать аппарат высокого напряжения для указанных условий работы	1. Определить частоту и скорость восстановления напряжения на выключателе, установленным за трансформатором с номинальной мощностью 200 МВА.

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	Напряжение сети 220 кВ, нейтраль не заземлена.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

КМ-4. Защита лабораторных работ

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

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:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: Происходящие в аппаратах высокого напряжения процессы	1.Как устроен вакуумный выключатель?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. 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-1_{ПК-1} Демонстрирует знание современных средств в области электромеханических преобразователей энергии и методы их исследования и разработки

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. Токовая погрешность трансформатора тока электромагнитного принципа действия и факторы, оказывающие влияние на нее. Способы компенсации погрешности.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. 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

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК-1} Критически анализирует свойства современных средств в области электромеханических преобразователей энергии и возможности методов их исследования и разработки

Вопросы, задания

1. Воздушные выключатели. Область использования. Основные газовые законы. Принцип действия. Механизм процесса гашения дуги в дутьевой системе.

2.Элегазовые выключатели. Физико-технические свойства элегаза. Конструктивные особенности дугогасительных устройств различных принципов гашения. Достоинства и недостатки в сравнении с воздушными выключателями.

3.Особенности роста восстанавливающейся электрической прочности коммутационных промежутков в воздушных выключателях. «Термодинамический эффект» и предел отключающей способности.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Высоковольтный выключатель нагрузки не способен отключить:

Ответы:

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

Верный ответ: 4. Ток короткого замыкания

3. Компетенция/Индикатор: ИД-ЗПК-2 Применяет методы расчёта, проектирования и конструирования электромеханических систем и их элементов

Вопросы, задания

1.Элегазовые выключатели. Особенности процесса гашения дуги и существующие принципы, реализуемые на практике. Конструктивные особенности дугогасительных устройств и взаимосвязь с требованиями к приводным устройствам.

2.Особенности процесса восстановления электрической прочности воздушных выключателей. Термодинамический эффект и предельная отключающая способность.

3.Особенности требований к выключателю при отключения не удаленного короткого замыкания. Назначение и использование шунтирующих резисторов в воздушных выключателях. Противоречивость требований к величине шунтирующего сопротивления и критерии выбора.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.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

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 с учетом семестровой составляющей согласно методике системы БАРС.