

**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: Электрические аппараты управления и распределения энергии

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Аппараты высокого напряжения**

**Москва
2025**

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	Кузнецова Е.А.
	Идентификатор	Re7bf1ad9-KuznetsovaYA-c9331b9f

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-2 Способен по результатам исследований выбирать и проектировать новые эффективные технические решения в области профессиональной деятельности

ИД-3 Владеет методами проектирования электротехнических объектов и их элементов

2. ПК-3 Способен участвовать в научно-исследовательской работе в области профессиональной деятельности

ИД-1 Демонстрирует знание современных средств в области электротехнических объектов и методы их исследования и разработки

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	14	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	25	35

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-2	ИД-3ПК-2 Владеет методами проектирования электротехнических объектов и их элементов	Знать: Области применения аппаратов высокого напряжения Уметь: Выбирать аппарат высокого напряжения для указанных условий работы	КМ-1 Общие вопросы , номинальные параметры и режимы эксплуатации (Тестирование) КМ-3 Особенности работы аппаратов высокого напряжения в различных режимах работы сети (Контрольная работа)
ПК-3	ИД-1ПК-3 Демонстрирует знание современных средств в области электротехнических объектов и методы их исследования и разработки	Знать: Влияние различных режимов работы на аппарат высокого напряжения Уметь: Выполнять расчет воздействий на аппарат высокого напряжения	КМ-2 Дугогашение в аппаратах высокого напряжения (Тестирование) КМ-4 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:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: Области применения аппаратов высокого напряжения	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.

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: 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:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: Выполнять расчет воздействий на аппарат высокого напряжения	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. 5.Определить сможет ли воздушный выключатель отключить ток неудалённого к.з. 40кА и при каких условиях, если давление в баке 1,6 МПа.

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: 25

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 ток трехфазного КЗ за трансформатором с номинальной мощностью 160 МВА, номинальное напряжение 110 кВ, процентная реактивность 10%.

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: 35

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: Влияние различных режимов работы на аппарат высокого напряжения	1.Что такое электрическая дуга?

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-З_{ПК-2} Владеет методами проектирования электротехнических объектов и их элементов

Вопросы, задания

1. Воздушные выключатели. Область использования. Основные газовые законы. Принцип действия. Механизм процесса гашения дуги в дутьевой системе.
2. Элегазовые выключатели. Особенности процесса гашения дуги и существующие принципы, реализуемые на практике. Конструктивные особенности дугогасительных устройств и взаимосвязь с требованиями к приводным устройствам.
3. Особенности процесса восстановления электрической прочности воздушных выключателей. Термодинамический эффект и предельная отключающая способность.
4. Трансформаторы тока. Назначение. Электромагнитный принцип действия. Факторы, влияющие на токовую погрешность. Альтернативные принципы измерения тока при сверхвысоком напряжении.
5. Элегазовые выключатели. Физико-технические свойства элегаза. Конструктивные особенности дугогасительных устройств различных принципов гашения. Достоинства и недостатки в сравнении с воздушными выключателями.
6. 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.
7. Особенности роста восстанавливающейся электрической прочности коммутационных промежутков в воздушных выключателях. «Термодинамический эффект» и предел отключающей способности.

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

2. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-3} Демонстрирует знание современных средств в области электротехнических объектов 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

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.