

**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  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель  
(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ведешенков Н.А.
	Идентификатор	R3e190841-VedeshenkovNA-05f6da

(подпись)

Н.А.  
Ведешенков  
(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

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

(подпись)

С.В.  
Ширинский  
(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

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

(подпись)

М.Г. Киселев  
(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:

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

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

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

Знать: Происходящие в аппаратах высокого напряжения процессы	1. При анализе дуговых процессов в аппарате высокого напряжения дугу можно считать: а) короткой; б) длинной; в) средней; г) бесконечной длины.
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*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Допущена одна ошибка*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Допущено две ошибки*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Допущено три или четыре ошибки*

### 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:**

Знать: Области применения	1. По сравнению с воздухом, элегаз характеризуется:
---------------------------	---

аппаратов высокого напряжения	а) большей электрической прочностью; б) меньшей плотностью; в) большей коррозионной активностью; г) меньшей стоимостью.
-------------------------------	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*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*

*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*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

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

Уметь: Выбирать аппарат высокого напряжения для указанных условий работы	1.Определить частоту и скорость восстановления напряжения на выключателе, установленном за трансформатором с номинальной мощностью 200 МВА. Напряжение сети 220 кВ, нейтраль не заземлена.
--	--

**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

#### **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:**

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

**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

# 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 быстрдействию 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<sub>ПК-1</sub> 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 быстрдействию 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<sub>ПК-1</sub> 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-3ПК-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*

*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 с учетом семестровой составляющей согласно методике системы БАРС