

**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: Высоковольтные электротехнологии

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Электроимпульсные высоковольтные электротехнологии**

**Москва
2024**

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	Лебедева Н.А.
	Идентификатор	R75716a03-LebedevaNA-9930664

Н.А.
Лебедева

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Темников А.Г.
	Идентификатор	Ra0abb123-TemnikovAG-2d4db00

А.Г.
Темников

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 применять методы анализа, разрабатывать и обосновывать технические решения при проектировании объектов профессиональной деятельности (высоковольтных электротехнологий)

ИД-3 Демонстрирует знания условий и методов использования импульсных сильных электрических и магнитных полей в высоковольтных электротехнологиях

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 «Электрогидравлические технологии» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2 «Технологии на основе электрического взрыва проводников» (Контрольная работа)
3. Контрольная работа №3 «Электроэрозионная обработка материалов» (Контрольная работа)
4. Контрольная работа №4 «Магнитно-импульсная обработка материалов» (Контрольная работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа №1 «Электрогидравлические технологии» (Контрольная работа)
- КМ-2 Контрольная работа №2 «Технологии на основе электрического взрыва проводников» (Контрольная работа)
- КМ-3 Контрольная работа №3 «Электроэрозионная обработка материалов» (Контрольная работа)
- КМ-4 Контрольная работа №4 «Магнитно-импульсная обработка материалов» (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	10	12
Вводный раздел					

Вводный раздел	+			
Электрогидравлические технологии				
Электрогидравлические технологии	+			
Технологии на основе электрического взрыва проводников				
Технологии на основе электрического взрыва проводников		+		
Электроэрозионная обработка материалов				
Электроэрозионная обработка материалов			+	
Магнитно-импульсная обработка материалов				
Магнитно-импульсная обработка материалов				+
Вес КМ:	25	25	25	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-2	ИД-ЗПК-2 Демонстрирует знания условий и методов использования импульсных сильных электрических и магнитных полей в высоковольтных электротехнологиях	Знать: основные методы расчета параметров высоковольтных электрогидравлических установок физические основы и виды высоковольтных электроимпульсных технологий, их особенности основные методы расчета параметров высоковольтных установок на основе электроэрозионной обработки материалов основные типы высоковольтных установок на основе взрыва проводников и их области применения основные методы расчета параметров высоковольтных установок	КМ-1 Контрольная работа №1 «Электрогидравлические технологии» (Контрольная работа) КМ-2 Контрольная работа №2 «Технологии на основе электрического взрыва проводников» (Контрольная работа) КМ-3 Контрольная работа №3 «Электроэрозионная обработка материалов» (Контрольная работа) КМ-4 Контрольная работа №4 «Магнитно-импульсная обработка материалов» (Контрольная работа)

		магнитно-импульсной обработки материалов Уметь: осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию о существующих и новых направлениях применения высоковольтных электроимпульсных процессов и аппаратов в электроэнергетике и электротехнике самостоятельно разбираться в методиках расчета процессов в высоковольтных электроимпульсных установках и аппаратах и применять их для решения поставленной задачи	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Контрольная работа №1 «Электрогидравлические технологии»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

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 темам “Вводный раздел” и “Электрогидравлические технологии” в виде контрольной работы, состоящей из двух вопросов на данную тему

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные методы расчета параметров высоковольтных электрогидравлических установок	1.Какой принцип действия электрогидравлических установок? 2.Какие виды потерь существуют в электрогидравлических установках? 3.Какие схемы разрядных контуров применяются в электрогидравлических установках?
Знать: физические основы и виды высоковольтных электроимпульсных технологий, их особенности	1.Каковы основные параметры электрических импульсов? 2.Каковы требования к схемам генераторов импульсов и её элементам? 3.Каковы преимущества емкостных накопителей энергии?
Уметь: осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию о существующих и новых направлениях применения высоковольтных электроимпульсных процессов и аппаратов в электроэнергетике и электротехнике	1.Расскажите об основных видах накопителей энергии 2.Расскажите о назначении и видах электроимпульсных высоковольтных технологий
Уметь: самостоятельно разбираться в методиках расчета процессов в высоковольтных электроимпульсных установках и аппаратах и применять их для решения поставленной задачи	1.Опишите роль высоковольтных электроимпульсных электротехнологий в промышленном производстве 2.Опишите место высоковольтных электроимпульсных электротехнологий среди традиционных технологических процессов

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 ответы на все вопросы представлены верно и аргументированно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Хорошо», если ответы на вопросы раскрыты неполно или с небольшими замечаниями

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Удовлетворительно», если ответы на вопросы раскрыты неполно и с грубыми ошибками

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Неудовлетворительно», если ответы отсутствуют или не соответствуют поставленным вопросам

КМ-2. Контрольная работа №2 «Технологии на основе электрического взрыва проводников»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

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 “Технологии на основе электрического взрыва проводников” в виде контрольной работы, состоящей из двух вопросов на данную тему

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные типы высоковольтных установок на основе взрыва проводников и их области применения	1.Какой принцип действия электрически взрываемого проводника в электрогидравлической установке? 2.Каковы особенности применения электрически взрываемого проводника? 3.Какие существуют стадии взрыва проводника?

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 ответы на все вопросы представлены верно и аргументированно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Хорошо», если ответы на вопросы раскрыты неполно или с небольшими замечаниями

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Удовлетворительно», если ответы на вопросы раскрыты неполно и с грубыми ошибками

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Неудовлетворительно», если ответы отсутствуют или не соответствуют поставленным вопросам

КМ-3. Контрольная работа №3 «Электроэрозионная обработка материалов»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

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 “Электроэрозионная обработка материалов” в виде контрольной работы, состоящей из двух вопросов на данную тему

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные методы расчета параметров высоковольтных установок на основе электроэрозионной обработки материалов	1.Какими технологическими характеристиками обладает электроэрозионная установка? 2.Каковы особенности электроэрозионной обработки металлов и её применение? 3.Какие основные факторы влияют на процесс эрозии?

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 ответы на все вопросы представлены верно и аргументированно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Хорошо», если ответы на вопросы раскрыты неполно или с небольшими замечаниями

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Удовлетворительно», если ответы на вопросы раскрыты неполно и с грубыми ошибками

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Неудовлетворительно», если ответы отсутствуют или не соответствуют поставленным вопросам

КМ-4. Контрольная работа №4 «Магнитно-импульсная обработка материалов»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

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 “Магнитно-импульсная обработка материалов” в виде контрольной работы, состоящей из двух вопросов на данную тему

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные методы расчета параметров высоковольтных установок магнитно-импульсной обработки материалов	1.Какой принцип действия установки для магнитно-импульсной обработки металлов? 2.Какой принцип действия и основные ограничения воздействий в установках магнитно-импульсной обработки металлов? 3.Какие существуют варианты исполнения установок для магнитно-импульсной обработки металлов?

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 ответы на все вопросы представлены верно и аргументированно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Хорошо», если ответы на вопросы раскрыты неполно или с небольшими замечаниями

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Удовлетворительно», если ответы на вопросы раскрыты неполно и с грубыми ошибками

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Контрольная работа считается выполненной на оценку «Неудовлетворительно», если ответы отсутствуют или не соответствуют поставленным вопросам

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

Билет 1

1. Основные параметры электрических импульсов. Общая (принципиальная) схема генератора импульсов, её элементы, их назначение и требования к ним. Основные виды накопителей энергии. Преимущества ЕНЭ.
2. Виды потерь энергии в электрогидравлических установках. Основные характеристики и параметры канала разряда, определяющие электрогидравлический эффект. Применение электрически взрываемого проводника в электрогидравлической установке - принцип действия, особенности.

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-ЗПК-2 Демонстрирует знания условий и методов использования импульсных сильных электрических и магнитных полей в высоковольтных электротехнологиях

Вопросы, задания

1.Билет 1

1. Основные параметры электрических импульсов. Общая (принципиальная) схема генератора импульсов, её элементы, их назначение и требования к ним. Основные виды накопителей энергии. Преимущества ЕНЭ.
2. Виды потерь энергии в электрогидравлических установках. Основные характеристики и параметры канала разряда, определяющие электрогидравлический эффект.

2.Билет 2

1. Электрогидравлические технологии – принцип действия, общая схема электрогидравлической установки и её элементы.
2. Основные схемы разрядных контуров электрогидравлических установок и их особенности. Технологическое применение электрогидравлического эффекта.

3.Билет 3

1. Механизмы электрического пробоя воды. Стадии процесса электрического разряда в воде.
2. Магнитно-импульсная обработка металлов. Принцип действия, основные ограничения достижимых воздействий. Варианты исполнения установок для магнитно-импульсной обработки металлов.

4.Билет 4

1. Механизмы электрического пробоя воды. Стадии процесса электрического разряда в воде.
2. Феноменология электрической эрозии — источники энергии, поступающей на электроды, приэлектродные области, электродные пятна, стадии электрической эрозии, влияние переносимого заряда.

5.Билет 5

1. Виды потерь энергии в электрогидравлических установках. Основные характеристики и параметры канала разряда, определяющие электрогидравлический эффект.
- 2 Вольт-секундная характеристика эрозионного промежутка. Технологические характеристики и диаграмма IFM электроэрозионной установки. Основные схемы релаксационных генераторов и их особенности.

6.Билет 6

1. Схемы установок для магнитно-импульсной обработки металлов, подбор параметров установок, преимущества технологии магнитно-импульсной обработки перед обычной штамповкой.
2. Электроэрозионная обработка металлов. Принцип действия, общая схема электроэрозионной установки, основные факторы, влияющие на процесс эрозии.

7.Билет 7

1. Основные свойства воды, как рабочей среды для электрогидравлической технологии.
2. Применение электрически взрывающего проводника в электрогидравлической установке. Принцип действия, особенности.

8.Билет 8

1. Схема замещения разрядного контура электрогидравлической установки. Графики измерения разрядного тока, напряжения накопителя, мощности.
2. Технологические характеристики и диаграмма IFM электроэрозионной установки. Основные схемы релаксационных генераторов и их особенности.

9.Билет 9

1. Основные схемы разрядных контуров электрогидравлических установок и их особенности. Технологическое применение электрогидравлического эффекта
2. Схема замещения разрядного контура электрогидравлической установки. Графики измерения разрядного тока, напряжения накопителя, мощности.

10.Билет 10

1. Основные параметры электрических импульсов. Общая (принципиальная) схема генератора импульсов, её элементы, их назначение и требования к ним.
2. Основные схемы релаксационных генераторов и их особенности. Особенности электроэрозионной обработки металлов и её применение.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. При какой плотности тока происходит взрыв проводника?

Ответы:

1. 10^8 А/м²
2. 10^9 А/м²
3. 10^{10} А/м²
4. 10^{11} А/м²

Верный ответ: Ответ: 3

2. Какова критическая напряженность электрического поля для воды?

Ответы:

1. 20 кВ/см
2. 23 кВ/см
3. 30 кВ/см
4. 36 кВ/см

Верный ответ: Ответ: 4

3. Какова величина прикатодного падения напряжения для материалов, применяемых в накопителях?

Ответы:

1. 1-5 В
2. 10-15 В
3. 20-25 В
4. 30 -35 В

Верный ответ: Ответ: 2

4. При каком токе для больших межэлектродных расстояний сопротивление канала слабо зависит от величины тока?

Ответы:

1. 10^4 А
2. 10^5 А
3. 10^6 А
4. 10^7 А

Верный ответ: Ответ: 2, 3, 4

5. Каким временем ограничивается закон Вайцеля-Ромпе?

Ответы:

1. 10^{-7} с
2. 10^{-6} с
3. 10^{-5} с
4. 10^{-4} с

Верный ответ: Ответ: 1

6. Какова индукция магнитного поля, реализуемая в импульсных режимах без разрушения катушки?

Ответы:

1. 80 Тл
2. 200 Тл
3. 250 Тл
4. 300 Тл

Верный ответ: Ответ: 1

7. Какова величина эрозии медных электродов при разрядах в воздухе?

Ответы:

1. 10^{-7} г/Кл
2. 10^{-6} г/Кл
3. 10^{-5} г/Кл
4. 10^{-4} г/Кл

Верный ответ: Ответ: 3

8. Какова общая длительность развития перетяжки от момента расплавления проводника до зажигания частичной дуги по отношению к постоянной времени развития неустойчивости τ ?

Ответы:

1. $(1-2)\tau$
2. $(3-4)\tau$
3. $(5-6)\tau$
4. $(7-8)\tau$

Верный ответ: Ответ: 2

9. При какой плотности тока проводник разрушается под действием сил поверхностного натяжения?

Ответы:

1. 10^5 А/см²
2. 10^6 А/см²
3. 10^7 А/см²
4. 10^8 А/см²

Верный ответ: Ответ: 1

10. Какова продолжительность процесса взрыва проводника при протекании по нему плотности тока 10^{10} А/м²?

Ответы:

1. 10^{-8} с
2. 10^{-7} с
3. 10^{-6} с
4. 10^{-5} с

Верный ответ: Ответ: 3

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 принципиальные 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 зачетной составляющих.