

**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
Изоляция электротехнического оборудования высокого напряжения и
основы её проектирования**

Москва

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ларин В.С.
	Идентификатор	R593b58d0-LarinVS-3bce7a13

(подпись)

В.С. Ларин

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лысов Н.Ю.
	Идентификатор	Re94f0ba9-LysovNY-9dc0f249

(подпись)

Н.Ю. Лысов

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хренов С.И.
	Идентификатор	Rd055d891-KhrenovSI-e14cb00c

(подпись)

С.И. Хренов

(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-2 Способен применять методы анализа, разрабатывать и обосновывать технические решения при проектировании объектов профессиональной деятельности (высоковольтных электротехнологий)

ИД-4 Демонстрирует знания методов проектирования изоляции высоковольтных электротехнологических установок

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Выполнение задания

1. КМ-1 (Тестирование)
2. КМ-3 (Тестирование)

Форма реализации: Защита задания

1. КМ-5 (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-2 (Контрольная работа)
2. КМ-4 (Контрольная работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	8	10	12	15
Классификация электрической изоляции электрооборудования. Основы стандартизации. Требования к электрической прочности изоляции электрооборудования.						
Классификация электрической изоляции электрооборудования. Основы стандартизации. Требования к электрической прочности изоляции электрооборудования.	+					+
ЕСКД. Стадии и этапы разработки и постановки продукции на производство						
ЕСКД. Стадии и этапы разработки и постановки продукции на производство	+					+
Координация изоляции. Уровни изоляции электрооборудования						

Координация изоляции. Уровни изоляции электрооборудования	+				+
Методы испытаний электрической прочности изоляции электрооборудования					
Методы испытаний электрической прочности изоляции электрооборудования		+	+		+
Электрическая прочность изоляции электрооборудования					
Электрическая прочность изоляции электрооборудования		+	+		+
Основы проектирования изоляции электрооборудования высокого напряжения					
Основы проектирования изоляции электрооборудования высокого напряжения		+	+		+
Выбор допустимых напряженностей электрического поля					
Выбор допустимых напряженностей электрического поля		+			+
Определение воздействующих напряженностей и регулирование электрического поля					
Определение воздействующих напряженностей и регулирование электрического поля		+			+
Выбор внешней изоляции электрооборудования					
Выбор внешней изоляции электрооборудования		+			+
Проектирование изоляции высоковольтных вводов					
Проектирование изоляции высоковольтных вводов				+	+
Проектирование внутренней изоляции трансформаторов высокого напряжения					
Проектирование внутренней изоляции трансформаторов высокого напряжения				+	+
Расчет внутренней изоляции масляных трансформаторов напряжения и тока					
Расчет внутренней изоляции масляных трансформаторов напряжения и тока				+	+
Расчет изоляции силовых конденсаторов и батарей статических конденсаторов					
Расчет изоляции силовых конденсаторов и батарей статических конденсаторов				+	+
Вес КМ:	10	20	10	20	40

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

БРС курсовой работы/проекта

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	10	12	14	16	17

Расчет внешней изоляции высоковольтного ввода	+				+
Расчет внутренней изоляции высоковольтного ввода		+			+
Расчет изоляции установки ввода			+		+
Разработка чертежа общего вида и оформление пояснительной записки				+	+
Вес КМ:	5	5	5	5	80

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-4ПК-2 Демонстрирует знания методов проектирования изоляции высоковольтных электротехнологических установок	Знать: современные экспериментальные методы исследований электрической прочности изоляции и расчета изоляции оборудования высокого напряжения понятия и основные источники научно-технической информации по электрической прочности и проектированию изоляции электрооборудования высокого напряжения основные и специальные проблемы, цели и задачи, решаемые при проектировании изоляции оборудования высокого напряжения отечественную и зарубежную специализированную	КМ-1 (Тестирование) КМ-2 (Контрольная работа) КМ-3 (Тестирование) КМ-4 (Контрольная работа) КМ-5 (Лабораторная работа)

		литературу и нормативную документацию в области проектирования изоляции оборудования высокого напряжения	
--	--	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. КМ-1

Формы реализации: Выполнение задания

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тест №1

Краткое содержание задания:

Тест №1 по разделам дисциплины №1–4

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные и специальные проблемы, цели и задачи, решаемые при проектировании изоляции оборудования высокого напряжения	1.Классификация электрической изоляции электрооборудования. Основы стандартизации. Требования к электрической прочности изоляции электрооборудования. 2.ЕСКД. Стадии и этапы разработки и постановки продукции на производство 3.Координация изоляции. Уровни изоляции электрооборудования
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: тест считается выполненным на оценку «Отлично», если даны правильные ответы на 10 из 10 вопросов

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: тест считается выполненным на оценку «Хорошо», если даны правильные ответы на 8 или 9 из 10 вопросов

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: тест считается выполненным на оценку «Удовлетворительно», если даны правильные ответы на 6 или 7 из 10 вопросов

КМ-2. КМ-2

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа №1

Краткое содержание задания:

Расчет разрядных напряжений и напряженностей исходя из нормального закона распределения и распределения Вейбулла, определение воздействующих напряженностей и регулирование электрического поля

Контрольные вопросы/задания:

Знать: отечественную и зарубежную специализированную литературу и нормативную документацию в области проектирования изоляции оборудования высокого напряжения	1. Основы проектирования изоляции электрооборудования высокого напряжения
Знать: понятия и основные источники научно-технической информации по электрической прочности и проектированию изоляции электрооборудования высокого напряжения	1. Выбор допустимых напряжений и напряженностей 2. Определение воздействующих напряженностей и регулирование электрического поля 3. Выбор внешней изоляции электрооборудования

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: контрольная работа считается выполненной на оценку «Отлично», если решения всех задач выполнены без ошибок и представлены аргументированные выводы по полученным расчетным результатам

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: контрольная работа считается выполненной на оценку «Хорошо», если решения двух из трех задач выполнены без ошибок и представлены аргументированные выводы по полученным расчетным результатам, а при решении третьей задачи допущены неточности в расчетах и не принципиальные ошибки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: контрольная работа считается выполненной на оценку «Удовлетворительно», если решения двух из трех задач выполнены в целом без принципиальных ошибок, но выводы по полученным расчетным результатам слабо аргументированы, а третья задача не решена или при ее решении допущены грубые ошибки

КМ-3. КМ-3

Формы реализации: Выполнение задания

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тест №2

Краткое содержание задания:

Тест №2 по разделам дисциплины №5–9

Контрольные вопросы/задания:

Знать: отечественную и зарубежную специализированную литературу и нормативную документацию в области проектирования изоляции оборудования высокого напряжения	1. Методы испытаний электрической прочности изоляции электрооборудования 2. Электрическая прочность изоляции электрооборудования 3. Основы проектирования изоляции электрооборудования высокого напряжения
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: тест считается выполненным на оценку «Отлично», если даны правильные ответы на 10 из 10 вопросов

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: тест считается выполненным на оценку «Хорошо», если даны правильные ответы на 8 или 9 из 10 вопросов

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: тест считается выполненным на оценку «Удовлетворительно», если даны правильные ответы на 6 или 7 из 10 вопросов

КМ-4. КМ-4

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа №2

Краткое содержание задания:

Выбор внешней изоляции электрооборудования, расчет маслобарьерной изоляции, выбор главной и продольной изоляции обмоток силовых трансформаторов, расчет изоляции силовых конденсаторов и батарей статических конденсаторов

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: современные экспериментальные методы исследований электрической прочности изоляции и расчета изоляции оборудования высокого напряжения</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.Проектирование изоляции высоковольтных вводов 2.Проектирование внутренней изоляции трансформаторов высокого напряжения 3.Расчет внутренней изоляции масляных трансформаторов напряжения и тока 4.Расчет изоляции силовых конденсаторов и батарей статических конденсаторов
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: контрольная работа считается выполненной на оценку «Отлично», если решения всех задач выполнены без ошибок и представлены аргументированные выводы по полученным расчетным результатам

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: контрольная работа считается выполненной на оценку «Хорошо», если решения двух из трех задач выполнены без ошибок и представлены аргументированные выводы по полученным расчетным результатам, а при решении третьей задачи допущены неточности в расчетах и принципиальные ошибки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: контрольная работа считается выполненной на оценку «Удовлетворительно», если решения двух из трех задач выполнены в целом без принципиальных ошибок, но выводы по полученным расчетным результатам слабо аргументированы, а третья задача не решена или при ее решении допущены грубые ошибки

КМ-5. КМ-5

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 40

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита лабораторных работ № 1–3

Краткое содержание задания:

Защита лабораторных работ № 1–3

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные и специальные проблемы, цели и задачи, решаемые при проектировании изоляции оборудования высокого напряжения	1.Координация изоляции. Уровни изоляции электрооборудования
Знать: отечественную и зарубежную специализированную литературу и нормативную документацию в области проектирования изоляции оборудования высокого напряжения	1.Методы испытаний электрической прочности изоляции электрооборудования 2.Методы испытаний электрической прочности изоляции электрооборудования в области проектирования изоляции оборудования высокого напряжения 3.Основы проектирования изоляции электрооборудования высокого напряжения
Знать: понятия и основные источники научно-технической информации по электрической прочности и проектированию изоляции электрооборудования высокого напряжения	1.Выбор допустимых напряжений и напряженностей 2.Определение воздействующих напряженностей и регулирование электрического поля 3.Выбор внешней изоляции электрооборудования
Знать: современные экспериментальные методы исследований электрической прочности изоляции и расчета изоляции оборудования высокого напряжения	1.Проектирование изоляции высоковольтных вводов 2.Проектирование внутренней изоляции трансформаторов высокого напряжения 3.Расчет внутренней изоляции масляных трансформаторов напряжения и тока

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

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

- 1 Координация изоляции, ее задачи, основные этапы. Процедура координации изоляции.
- 2 Методы испытаний электрической прочности изоляции напряжением грозовых и коммутационных импульсов. Особенности импульсных испытаний трансформаторного оборудования.
- 3 Методы испытаний электрической прочности изоляции напряжением грозовых и коммутационных импульсов. Особенности импульсных испытаний трансформаторного оборудования.

Процедура проведения

Проводится в устной форме по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа. Время на подготовку ответа – 60 минут.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-4ПК-2 Демонстрирует знания методов проектирования изоляции высоковольтных электротехнологических установок

Вопросы, задания

- 1.Классификация электрической изоляции. Требования к электрической прочности изоляции различных видов высоковольтного электрооборудования.
- 2.Уровни изоляции электрооборудования. Электрооборудование с нормальной и облегченной изоляцией. Электрооборудование со сниженным уровнем изоляции.
- 3.Координация изоляции, ее задачи, основные этапы. Процедура координации изоляции.
- 4.Виды испытательных напряжений и их связь с эксплуатационными воздействиями. Виды и назначение испытаний электрической прочности изоляции.
- 5.Развитие защитных аппаратов для ограничения перенапряжений. Взаимосвязь характеристик защитных аппаратов и нормированных для электрооборудования уровней изоляции.
- 6.Виды и назначение испытаний электрической прочности изоляции электрооборудования. Типовые и приемо-сдаточные испытания. Методы испытаний самовосстанавливающейся и несамовосстанавливающейся изоляции. Статистические методы испытания изоляции.
- 7.Методы испытаний электрической прочности изоляции напряжением грозовых и коммутационных импульсов. Особенности импульсных испытаний трансформаторного оборудования.
- 8.Методы испытаний электрической прочности изоляции кратковременным и длительным переменным напряжением.
- 9.Влияние формы и длительности приложения напряжения, конфигурация электродного устройства, барьера и покрытия электродов на электрическую прочность изоляции.
- 10.Факторы, определяющие электрическую прочность внешней изоляции.
- 11.Коэффициент импульса для внешней и внутренней изоляции. Факторы, влияющие на коэффициент импульса.

12. Влияние длины изоляционного промежутка, площади и объёма электродов, «активного» («напряженного») объема диэлектрика на электрическую прочность.
13. Подходы и критерии оценки электрической прочности изоляции.
14. Кратковременная и длительная прочность изоляции. Факторы, влияющие на допустимые испытательные и рабочие напряженности внутренней изоляции.
15. Методы испытаний электрической прочности изоляции напряжением грозовых и коммутационных импульсов. Особенности импульсных испытаний трансформаторного оборудования.
16. Статическая обработка результатов испытаний электрической прочности изоляции.
17. Определение воздействующих напряженностей поля. Применяемые на практике численные методы расчета электрических полей, их достоинства и недостатки.
18. Методы регулирования электрических полей во внешней и внутренней изоляции. Подходы к оптимизации формы электродов.
19. Основные положения и этапы проектирования изоляции электрооборудования. Коэффициент запаса электрической прочности.
20. Основные положения выбора внешней изоляции в сухом и загрязненном состоянии. Учет атмосферных условий и высоты установки над уровнем моря.
21. Конструкции и технологии изготовления вводов конденсаторного типа с бумажно-масляной изоляцией, RIP и RIS изоляцией.
22. Выбор и расчет внешней и внутренней изоляции герметичных высоковольтных вводов конденсаторного типа.
23. Классификация изоляции силовых трансформаторов высокого напряжения.
24. Электрическая прочность маслобарьерной изоляции: основные характеристики, особенности, эмпирические формулы для пробивных напряженностей.
25. Основы проектирования и методика оценки электрической прочности изоляции маслобарьерного типа.
26. Конструкция главной изоляции обмоток трансформаторов высокого напряжения. Выбор числа и расположения барьеров в главной изоляции. Методика расчета главной изоляции обмоток трансформаторов.
27. Основные типы обмоток и конструкция продольной изоляции обмоток трансформаторов высокого напряжения.
28. Переходные процессы в обмотках и воздействия на продольную изоляцию. Методика расчета продольной изоляции обмоток трансформаторов.
29. Распределение испытательных напряжений (импульсных и промышленной частоты) по обмоткам трансформаторов.
30. Основные характеристики и конструктивные исполнения силовых конденсаторов. Изоляция силовых конденсаторов, применяемые изоляционные материалы и их характеристики. Основы расчета изоляции силовых конденсаторов.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Полный разряд в газовом диэлектрике вдали от границы раздела газ – твердый диэлектрик:
Ответы:
а) перекрытие; б) пробой; в) частичный разряд; г) искровой разряд
Верный ответ: г) искровой разряд
2. Полный разряд в твердом диэлектрике:
Ответы:
а) коронный разряд; б) частичный разряд; в) искровой разряд; г) пробой
Верный ответ: г) пробой
3. Документ, содержащий описание устройства и принципа действия разрабатываемого изделия, а также обоснование принятых при его разработке технических и технико-экономических решений:

Ответы:

а) Пояснительная записка; б) Технические условия; в) Расчет; г) Руководство по эксплуатации

Верный ответ: а) Пояснительная записка

4. Документ, содержащий требования к изделию, методы контроля и правила приемки:

Ответы:

а) Пояснительная записка; б) Технические условия; в) Технические требования; г) Техническое задание

Верный ответ: б) Технические условия

5. Уровень изоляции электрооборудования:

Ответы:

а) Совокупность нормированных испытательных напряжений; б) Номинальное междуфазное напряжение электрической сети; в) Наибольшее напряжение частоты 50 Гц

Верный ответ: а) Совокупность нормированных испытательных напряжений

6. Электрооборудование, предназначенное для применения только в электроустановках, в которых грозовые перенапряжения не превышают амплитудного значения испытательного одноминутного напряжения:

Ответы:

а) электрооборудование с нормальной изоляцией; б) электрооборудование со сниженным уровнем изоляции; в) электрооборудование с облегченной изоляцией; г) электрооборудование с неполной изоляцией

Верный ответ: в) электрооборудование с облегченной изоляцией

7. Начиная с какого значения наибольшего рабочего напряжения в России и странах СНГ проводят испытания изоляции электрооборудования напряжением коммутационного импульса:

Ответы:

а) 172 кВ; б) 245 кВ; в) 256 кВ; г) 300 кВ; д) 330 кВ; е) 362 кВ; ж) 363 кВ; з) 420 кВ

Верный ответ: ж) 363 кВ

8. Какой метод испытаний следует использовать при испытании внутренней изоляции электрооборудования напряжением полного грозового импульса:

Ответы:

а) трехударный метод; б) пятнадцатударный метод; в) метод 100%-ного разряда; г) метод «вверх-вниз»; д) ступенчатый метод

Верный ответ: а) трехударный метод

9. Каким должно быть время испытания силовых трансформаторов и трансформаторов напряжения индуктированным кратковременным переменным напряжением, если частота испытательного напряжения составляет 200 Гц:

Ответы:

а) 15 с; б) 30 с; в) 45 с; г) 60 с; д) 4 мин

Верный ответ: б) 30 с

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом непринципиальные ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам.

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 экзаменационной составляющих.

Для курсового проекта/работы:

3 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

Балльно-рейтинговая система

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 100

Описание характеристики выполнения знания: КП сдан в срок и правильно выполнен

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: КП сдан в срок, но имеются незначительные замечания

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: КП не сдан в срок и правильно выполнен либо имеются незначительные замечания

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка за курсовую работу определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ "МЭИ"