

**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: Техника и электрофизика высоких напряжений

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ИЗОЛЯЦИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**  
**ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ И ОСНОВЫ ЕЁ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.07
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	3 семестр - 6;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	216 часов
<b>Лекции</b>	3 семестр - 32 часа;
<b>Практические занятия</b>	3 семестр - 16 часов;
<b>Лабораторные работы</b>	3 семестр - 16 часов;
<b>Консультации</b>	3 семестр - 18 часов;
<b>Самостоятельная работа</b>	3 семестр - 129,2 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	3 семестр - 51,7 часа;
<b>Иная контактная работа</b>	3 семестр - 4 часа;
<b>включая:</b> Тестирование Контрольная работа Лабораторная работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Защита курсового проекта</b>	3 семестр - 0,3 часа;
<b>Экзамен</b>	3 семестр - 0,5 часа;
	всего - 0,8 часа

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

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

В.С. Ларин

**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

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** является формирование знаний об особенностях работы, конструктивном исполнении, технологии изготовления, методах испытаний и основах проектирования изоляции электрооборудования высокого напряжения.

### Задачи дисциплины

- приобретение знаний о предъявляемых требованиях, достоинствах и недостатках и области применения основных видов изоляции, уровнях изоляции и методах испытаний изоляции электротехнического оборудования высокого напряжения;
- формирование знаний о конструкции и технологиях изготовления изоляции основных видов электротехнического оборудования высокого напряжения;
- изучение основ проектирования и освоение применяемых на практике методик выбора и расчета изоляции основных видов электрооборудования высокого напряжения;
- приобретение навыков принятия и обоснования технических решений при проектировании изоляции электротехнического оборудования высокого напряжения.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 Способен применять методы анализа, разрабатывать и обосновывать технические решения при проектировании объектов профессиональной деятельности (техники и электрофизики высоких напряжений)	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует знания областей применения высоковольтных изоляционных конструкций в электроэнергетике и электротехнике и методов их проектирования	знать: - основные и специальные проблемы, цели и задачи, решаемые при проектировании изоляции оборудования высокого напряжения; - понятия и основные источники научно-технической информации по электрической прочности и проектированию изоляции электрооборудования высокого напряжения; - современные экспериментальные методы исследований электрической прочности изоляции и расчета изоляции оборудования высокого напряжения; - отечественную и зарубежную специализированную литературу и нормативную документацию в области проектирования изоляции оборудования высокого напряжения.  уметь: - применять современные экспериментальные методы исследований электрической прочности изоляции и расчета изоляции оборудования высокого напряжения; - самостоятельно анализировать научно-техническую информацию и предлагать варианты решений в области проектирования изоляции оборудования высокого напряжения;

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно формулировать цели и задачи в области проектирования изоляции оборудования высокого напряжения;</li> <li>- анализировать информацию о перспективных способах исследования электрической прочности изоляции и методах расчета изоляции оборудования высокого напряжения;</li> <li>- организовывать исследования электрической прочности изоляции оборудования высокого напряжения.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Техника и электрофизика высоких напряжений (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Классификация электрической изоляции электрооборудования. Основы стандартизации. Требования к электрической прочности изоляции электрооборудования.	5	3	3	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b>                      Подготовка к тесту №1  <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>                      [1], стр. 21-31</p>	
1.1	Классификация электрической изоляции электрооборудования. Основы стандартизации. Требования к электрической прочности изоляции электрооборудования.	5		3	-	-	-	-	-	-	-	-	2		-
2	ЕСКД. Стадии и этапы разработки и постановки продукции на производство	4		2	-	-	-	-	-	-	-	-	2		-
2.1	ЕСКД. Стадии и этапы разработки и постановки	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-		

	продукции на производство												
3	Координация изоляции. Уровни изоляции электрооборудования	5	3	-	-	-	-	-	-	2	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Подготовка к тесту №1 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], стр.11-49	
3.1	Координация изоляции. Уровни изоляции электрооборудования	5	3	-	-	-	-	-	-	2	-		
4	Методы испытаний электрической прочности изоляции электрооборудования	16	4	6	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Подготовка к защите лабораторных работ №1 и 2 <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Подготовка к тесту №1 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 333-355 [2], с. 664-671	
4.1	Методы испытаний электрической прочности изоляции электрооборудования	16	4	6	-	-	-	-	-	6	-		
5	Электрическая прочность изоляции электрооборудования	6	2	2	-	-	-	-	-	2	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Подготовка к тесту №2 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 31-61	
5.1	Электрическая прочность изоляции электрооборудования	6	2	2	-	-	-	-	-	2	-		
6	Основы проектирования изоляции электрооборудования высокого напряжения	6	2	2	-	-	-	-	-	2	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Подготовка к тесту №2 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. -31 [2], с. 671-686	
6.1	Основы проектирования изоляции электрооборудования высокого напряжения	6	2	2	-	-	-	-	-	2	-		
7	Выбор допустимых напряженностей электрического поля	10	2	2	2	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Подготовка к контрольной работе №1 <u>Изучение материалов литературных источников:</u>	
7.1	Выбор допустимых	10	2	2	2	-	-	-	-	4	-		

	напряженностей электрического поля												[1], стр. 59-62
8	Определение воздействующих напряженностей и регулирование электрического поля	15	3	2	6	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Подготовка к контрольной работе №1 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 62-91
8.1	Определение воздействующих напряженностей и регулирование электрического поля	15	3	2	6	-	-	-	-	-	4	-	
9	Выбор внешней изоляции электрооборудования	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Подготовка к контрольной работе №2 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 159-191, 281-287, 304-306, 345-349
9.1	Выбор внешней изоляции электрооборудования	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
10	Проектирование изоляции высоковольтных вводов	7	3	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Подготовка к тесту №2 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 215-241
10.1	Проектирование изоляции высоковольтных вводов	7	3	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
11	Проектирование внутренней изоляции трансформаторов высокого напряжения	14	2	2	6	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Подготовка к защите лабораторной работы №3 <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Подготовка к контрольной работе №2 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 5-18, 39-64, 136-171
11.1	Проектирование внутренней изоляции трансформаторов высокого напряжения	14	2	2	6	-	-	-	-	-	4	-	
12	Расчет внутренней изоляции масляных трансформаторов напряжения и тока	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Подготовка к контрольной работе №2 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 241-254
12.1	Расчет внутренней	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	

	изоляция масляных трансформаторов напряжения и тока												
13	Расчет изоляции силовых конденсаторов и батарей статических конденсаторов	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Подготовка к контрольной работе №2 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], с. 664-671
13.1	Расчет изоляции силовых конденсаторов и батарей статических конденсаторов	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовой проект (КП)	72.0	-	-	-	16	-	4	-	0.3	51.7	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>216.0</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>0.8</b>	<b>95.7</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>216.0</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>18</b>		<b>4</b>		<b>0.8</b>	<b>129.2</b>		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация



### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Классификация электрической изоляции электрооборудования. Основы стандартизации. Требования к электрической прочности изоляции электрооборудования.

1.1. Классификация электрической изоляции электрооборудования. Основы стандартизации. Требования к электрической прочности изоляции электрооборудования.

Классификация электрической изоляции. Основные термины и определения.. Основы стандартизации. Виды и взаимосвязь нормативных документов. Требования к электрической прочности изоляции электрооборудования высокого напряжения..

#### 2. ЕСКД. Стадии и этапы разработки и постановки продукции на производство

2.1. ЕСКД. Стадии и этапы разработки и постановки продукции на производство

Система стандартов ЕСКД (Единая система конструкторских документов). Виды и комплектность конструкторских документов. Стадии и этапы разработки и постановки продукции на производство..

#### 3. Координация изоляции. Уровни изоляции электрооборудования

3.1. Координация изоляции. Уровни изоляции электрооборудования

Координация изоляции в отечественной и мировой практике. Процедура координации изоляции.. Уровни изоляции электрооборудования. Электрооборудование с нормальной и облегченной изоляцией. Сниженный уровень изоляции. Улучшение характеристик защитных аппаратов и их отражение в уровнях изоляции, нормированных в стандартах ГОСТ..

#### 4. Методы испытаний электрической прочности изоляции электрооборудования

4.1. Методы испытаний электрической прочности изоляции электрооборудования

Цели и задачи испытаний электрической прочности изоляции. Типовые и приемосдаточные испытания. Методы испытаний напряжением грозовых и коммутационных импульсов, кратковременным и длительным переменным напряжением. Интерпретация результатов испытаний электрической прочности изоляции. Статистические методы испытаний изоляции полным разрядом..

#### 5. Электрическая прочность изоляции электрооборудования

5.1. Электрическая прочность изоляции электрооборудования

Основные изоляционные материалы и их физические свойства. Используемые на практике комбинации изоляционных материалов. Электрическая прочность основных изоляционных материалов при воздействии импульсных и переменных напряжений, характерные значения пробивных, допустимых и рабочих напряженностей электрического поля.. Влияние формы и длительности напряжения и конфигурация электродного устройства на электрическую прочность изоляции. Влияние давления, температуры, влажности, грязи, дождя на электрическую прочность внешней и внутренней изоляции. Влияние барьера и покрытия электродов. Влияние длины изоляционного промежутка, площади и объёма электродов на электрическую прочность различных видов изоляции..

#### 6. Основы проектирования изоляции электрооборудования высокого напряжения

6.1. Основы проектирования изоляции электрооборудования высокого напряжения

Критерии оценки электрической прочности изоляции.. Коэффициент импульса и определяющий вид воздействующего напряжения.. Основные положения проектирования изоляции электрооборудования. Коэффициент запаса электрической прочности изоляции. Этапы проектирования электрооборудования. Прикидочный и окончательный расчет изоляции..

## 7. Выбор допустимых напряженностей электрического поля

### 7.1. Выбор допустимых напряженностей электрического поля

Понятие допустимой напряженности электрического поля. Кратковременная и длительная электрическая прочность изоляции.. Статистические характеристики изоляции. Распределение Гаусса и Вейбулла. Статистическая обработка результатов испытаний изоляции исходя из нормального закона распределения и распределения Вейбулла (оценка параметров теоретического распределения, проверка возможных ошибок измерения и соответствия опытного распределения принятому теоретическому распределению, определение доверительных интервалов). Пересчет результатов испытаний единичных образцов на большой объем.. Выбор допустимой напряженности на основании предшествующего опыта, допустимого уровня частичных разрядов, результатов ускоренных ресурсных испытаний, условия теплового пробоя..

## 8. Определение воздействующих напряженностей и регулирование электрического поля

### 8.1. Определение воздействующих напряженностей и регулирование электрического поля

Численные методы расчета электрических полей (методы эквивалентных зарядов, интегральных уравнений, метод конечных элементов), их характеристика, достоинства и недостатки. Основные этапы решения полевой задачи. Современное программное обеспечение для расчета электрических полей.. Регулирование электрического поля во внешней и внутренней изоляции. Оптимизация электрического поля путем изменения формы электродов, экранирования, градирования изоляции, применения диэлектрических и полупроводящих покрытий..

## 9. Выбор внешней изоляции электрооборудования

### 9.1. Выбор внешней изоляции электрооборудования

Основные положения выбора внешней изоляции в сухом и загрязненном состоянии. Учет атмосферных условий и высоты установки над уровнем моря..

## 10. Проектирование изоляции высоковольтных вводов

### 10.1. Проектирование изоляции высоковольтных вводов

Конструкция вводов конденсаторного типа с бумажно-масляной изоляцией и RIP-изоляцией. Выбор основных размеров верхней и нижней части ввода, радиального и осевого строения изоляционного остова конденсаторного типа..

## 11. Проектирование внутренней изоляции трансформаторов высокого напряжения

### 11.1. Проектирование внутренней изоляции трансформаторов высокого напряжения

Классификация изоляции силовых трансформаторов высокого напряжения. Внешняя и внутренняя изоляция. Выбор внешней изоляции силовых трансформаторов высокого напряжения.. Применяемые конструкции изоляции отводов. Выбор изоляционных промежутков от отводов до заземленных объектов, обмоток и других отводов. Конструкция

изоляции установки ввода силовых трансформаторов высокого напряжения. Выбор изоляционных промежутков установки ввода. Методика оценки электрической прочности изоляции маслябарьерного типа.. Конструкция главной изоляции обмоток трансформаторов высокого напряжения. Оптимизация расположения изоляционных барьеров маслябарьерной изоляции. Методика расчета главной изоляции обмоток трансформаторов.. Основные типы обмоток и конструкция продольной изоляции обмоток трансформаторов высокого напряжения. Переходные процессы в обмотках и воздействия на продольную изоляцию. Методика расчета продольной изоляции обмоток трансформаторов..

## 12. Расчет внутренней изоляции масляных трансформаторов напряжения и тока

### 12.1. Расчет внутренней изоляции масляных трансформаторов напряжения и тока

Конструктивные исполнения и применяемые виды изоляции измерительных трансформаторов тока и напряжения. Ключевые конструктивные узлы внешней и внутренней изоляции. Выбор размеров и оценка электрической прочности внутренней изоляции масляных трансформаторов напряжения и тока..

## 13. Расчет изоляции силовых конденсаторов и батарей статических конденсаторов

### 13.1. Расчет изоляции силовых конденсаторов и батарей статических конденсаторов

Основные характеристики и конструктивные исполнения силовых конденсаторов. Изоляция силовых конденсаторов, применяемые изоляционные материалы и их характеристики. Основы расчета изоляции силовых конденсаторов.. Основные характеристики и конструктивные исполнения батарей статических конденсаторов. Выбор внешней изоляции и основных элементов батарей статических конденсаторов..

## **3.3. Темы практических занятий**

1. Расчет изоляции силовых конденсаторов и батарей статических конденсаторов (1 часа).;
2. Расчет изоляции отводов силовых трансформаторов высокого напряжения (1 часа).;
3. Выбор строения и размеров продольной изоляции обмоток силовых трансформаторов высокого напряжения (1 часа).;
4. Выбор внешней изоляции электрооборудования в сухом состоянии (1 час).;
5. Расчет маслябарьерной изоляции при воздействии импульсного, переменного и постоянного напряжений (1 часа).;
6. Выбор строения и размеров главной изоляции обмоток силовых трансформаторов высокого напряжения (1 часа).;
7. Контрольная работа №1: расчет разрядных напряжений и напряженностей исходя из нормального закона распределения и распределения Вейбулла, определение воздействующих напряженностей и регулирование электрического поля (1 час).;
8. Расчет распределения электрического поля в коаксиальной системе электродов при различных способах регулирования электрического поля (1 час).;
9. Расчет изоляции установки ввода силовых трансформаторов высокого напряжения (2 часа).;
10. Расчет разрядных напряжений и напряженностей исходя из нормального закона распределения и распределения Вейбулла (1 час).;
11. Контрольная работа №2: выбор внешней изоляции электрооборудования, расчет маслябарьерной изоляции, выбор главной и продольной изоляции обмоток силовых трансформаторов, расчет изоляции силовых конденсаторов и батарей статических конденсаторов (1 час).;
12. Выбор внешней изоляции электрооборудования в загрязненном состоянии (1 час).;

13. Расчет электрических полей методом конечных элементов. Оптимизация электродной системы и экранирование (3 часа)..

### 3.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование частичных разрядов во внутренней изоляции высоковольтного оборудования (5 часов).;
2. Исследование разрядных характеристик воздушной изоляции при воздействии переменного напряжения (5 часов).;
3. Исследование разрядных характеристик воздушной изоляции при воздействии напряжения грозовых импульсов (6 часов)..

### 3.5 Консультации

#### Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Классификация электрической изоляции электрооборудования. Основы стандартизации. Требования к электрической прочности изоляции электрооборудования."
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "ЕСКД. Стадии и этапы разработки и постановки продукции на производство"
3. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Координация изоляции. Уровни изоляции электрооборудования"
4. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Методы испытаний электрической прочности изоляции электрооборудования"
5. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Электрическая прочность изоляции электрооборудования"
6. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Основы проектирования изоляции электрооборудования высокого напряжения"
7. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Выбор допустимых напряженностей электрического поля"
8. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Определение воздействующих напряженностей и регулирование электрического поля"

9. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Выбор внешней изоляции электрооборудования"
10. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Проектирование изоляции высоковольтных вводов"
11. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Проектирование внутренней изоляции трансформаторов высокого напряжения"
12. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Расчет внутренней изоляции масляных трансформаторов напряжения и тока"
13. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Расчет изоляции силовых конденсаторов и батарей статических конденсаторов"

*Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Классификация электрической изоляции электрооборудования. Основы стандартизации. Требования к электрической прочности изоляции электрооборудования."
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "ЕСКД. Стадии и этапы разработки и постановки продукции на производство"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Координация изоляции. Уровни изоляции электрооборудования"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы испытаний электрической прочности изоляции электрооборудования"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Электрическая прочность изоляции электрооборудования"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основы проектирования изоляции электрооборудования высокого напряжения"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Выбор допустимых напряженностей электрического поля"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Определение воздействующих напряженностей и регулирование электрического поля"
9. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Выбор внешней изоляции электрооборудования"
10. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Проектирование изоляции высоковольтных вводов"
11. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Проектирование внутренней изоляции трансформаторов высокого напряжения"
12. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Расчет внутренней изоляции масляных трансформаторов напряжения и тока"
13. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Расчет изоляции силовых конденсаторов и батарей статических конденсаторов"

*Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)*

1. Консультации проводятся по разделу "Классификация электрической изоляции электрооборудования. Основы стандартизации. Требования к электрической прочности изоляции электрооборудования."
2. Консультации проводятся по разделу "ЕСКД. Стадии и этапы разработки и постановки продукции на производство"
3. Консультации проводятся по разделу "Координация изоляции. Уровни изоляции электрооборудования"
4. Консультации проводятся по разделу "Методы испытаний электрической прочности изоляции электрооборудования"
5. Консультации проводятся по разделу "Электрическая прочность изоляции электрооборудования"
6. Консультации проводятся по разделу "Основы проектирования изоляции электрооборудования высокого напряжения"
7. Консультации проводятся по разделу "Выбор допустимых напряженностей электрического поля"
8. Консультации проводятся по разделу "Определение воздействующих напряженностей и регулирование электрического поля"
9. Консультации проводятся по разделу "Выбор внешней изоляции электрооборудования"
10. Консультации проводятся по разделу "Проектирование изоляции высоковольтных вводов"
11. Консультации проводятся по разделу "Проектирование внутренней изоляции трансформаторов высокого напряжения"
12. Консультации проводятся по разделу "Расчет внутренней изоляции масляных трансформаторов напряжения и тока"
13. Консультации проводятся по разделу "Расчет изоляции силовых конденсаторов и батарей статических конденсаторов"

*Текущий контроль (ТК)*

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Классификация электрической изоляции электрооборудования. Основы стандартизации. Требования к электрической прочности изоляции электрооборудования."
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "ЕСКД. Стадии и этапы разработки и постановки продукции на производство"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Координация изоляции. Уровни изоляции электрооборудования"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Методы испытаний электрической прочности изоляции электрооборудования"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Электрическая прочность изоляции электрооборудования"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основы проектирования изоляции электрооборудования высокого напряжения"
7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Выбор допустимых напряженностей электрического поля"

8. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Определение воздействующих напряженностей и регулирование электрического поля"
9. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Выбор внешней изоляции электрооборудования"
10. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Проектирование изоляции высоковольтных вводов"
11. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Проектирование внутренней изоляции трансформаторов высокого напряжения"
12. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Расчет внутренней изоляции масляных трансформаторов напряжения и тока"
13. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Расчет изоляции силовых конденсаторов и батарей статических конденсаторов"

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

#### 3 Семестр

Курсовой проект (КП)

#### График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 10	11 - 12	13 - 14	15 - 16	17	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	4	1, 2, 3, 4	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	5	5	5	5	80	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	5	10	15	20	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Расчет внешней изоляции высоковольтного ввода
2	Расчет внутренней изоляции высоковольтного ввода
3	Расчет изоляции установки ввода
4	Разработка чертежа общего вида и оформление пояснительной записки

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)													Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
<b>Знать:</b>															
отечественную и зарубежную специализированную литературу и нормативную документацию в области проектирования изоляции оборудования высокого напряжения	ИД-2ПК-2				+	+	+								Контрольная работа/КМ-2 Тестирование/КМ-3 Лабораторная работа/КМ-5
современные экспериментальные методы исследований электрической прочности изоляции и расчета изоляции оборудования высокого напряжения	ИД-2ПК-2											+	+	+	Контрольная работа/КМ-4 Лабораторная работа/КМ-5
понятия и основные источники научно-технической информации по электрической прочности и проектированию изоляции электрооборудования высокого напряжения	ИД-2ПК-2								+	+	+				Контрольная работа/КМ-2 Лабораторная работа/КМ-5
основные и специальные проблемы, цели и задачи, решаемые при проектировании изоляции оборудования высокого напряжения	ИД-2ПК-2	+	+	+											Тестирование/КМ-1 Лабораторная работа/КМ-5
<b>Уметь:</b>															
организовывать исследования электрической прочности изоляции оборудования высокого напряжения	ИД-2ПК-2				+	+	+								Контрольная работа/КМ-2 Тестирование/КМ-3 Лабораторная работа/КМ-5
анализировать информацию о перспективных способах исследования электрической	ИД-2ПК-2	+	+	+											Тестирование/КМ-1



прочности изоляции и методах расчета изоляции оборудования высокого напряжения															Лабораторная работа/КМ-5
самостоятельно формулировать цели и задачи в области проектирования изоляции оборудования высокого напряжения	ИД-2ПК-2												+	+	Контрольная работа/КМ-4 Лабораторная работа/КМ-5
самостоятельно анализировать научно-техническую информацию и предлагать варианты решений в области проектирования изоляции оборудования высокого напряжения	ИД-2ПК-2										+	+			Контрольная работа/КМ-4 Лабораторная работа/КМ-5
применять современные экспериментальные методы исследований электрической прочности изоляции и расчета изоляции оборудования высокого напряжения	ИД-2ПК-2							+	+	+					Контрольная работа/КМ-2 Лабораторная работа/КМ-5

#### **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**3 семестр**

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)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

##### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

Экзамен (Семестр №3)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ "МЭИ" на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

Курсовой проект (КП) (Семестр №3)

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

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

#### **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Кучинский, Г. С. Изоляция установок высокого напряжения : Учебник для вузов по специальности "Техника и электрофизика высоких напряжений" / Г. С. Кучинский, В. Е. Кизеветтер, Ю. С. Пинталь . – М. : Энергоатомиздат, 1987 . – 368 с.;
2. Бортник И.М. , Белогловский А. А., Верещагин И. П., Вершинин Ю. Н.- "Электрофизические основы техники высоких напряжений", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2016 - (704 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72343](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72343);
3. Корявин, А. Р. Электрическая прочность внешней изоляции : учебное пособие для студентов и аспирантов по направлению 13.06.61 "Электро-и теплотехника" по специальности 05.14.12 "Техника высоких напряжений" / А. Р. Корявин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 224 с. - Победитель Всероссийского конкурса рукописей учебной, научно-технической и справочной литературы по энергетике

2017 года . - ISBN 978-5-7046-1954-3 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10732>;

4. Шнейдер, Г. Я. Электрическая изоляция трансформаторов высокого напряжения / Г. Я. Шнейдер . – М. : Знак, 2009 . – 160 с. - ISBN 5-87789-018-2 .;

5. Сапожников, А. В. Уровни изоляции электрооборудования высокого напряжения: Нормы и методы испытания электрической прочности / А. В. Сапожников . – М. : Энергия, 1969 . – 296 с.;

6. Хаушильд, В. Статистика для электротехников в приложении к технике высоких напряжений. : пер. с нем. / В. Хаушильд, В. Мош ; Переводчик М. К. Ярмаркин . – Ленинград : Энергоатомиздат, 1989 . – 311 с..

## **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

## **5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
8. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
9. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
10. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
11. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
12. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
13. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
14. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
15. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
16. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

<b>Тип помещения</b>	<b>Номер аудитории, наименование</b>	<b>Оснащение</b>
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Д-4, Компьютерный класс каф. "ТЭВН"	стол компьютерный, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер
	Д-209, Учебная	парта со скамьей, стол преподавателя, стул,

	аудитория	доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Д-4, Компьютерный класс каф. "ТЭВН"	стол компьютерный, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер
	Д-205, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Д-02/2, Учебная лаборатория	стол, стул, доска меловая, лабораторный стенд, кондиционер
	Д-4, Компьютерный класс каф. "ТЭВН"	стол компьютерный, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Д-2(1), Лаборатория каф. "ТЭВН"	парта, стеллаж, Витрина, доска маркерная передвижная, многофункциональный центр
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Д-207, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Д-12, Кладовая	стеллаж, стол, стул

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

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

(название дисциплины)

#### 3 семестр

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 КМ-1 (Тестирование)
- КМ-2 КМ-2 (Контрольная работа)
- КМ-3 КМ-3 (Тестирование)
- КМ-4 КМ-4 (Контрольная работа)
- КМ-5 КМ-5 (Лабораторная работа)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	10	12	15
1	Классификация электрической изоляции электрооборудования. Основы стандартизации. Требования к электрической прочности изоляции электрооборудования.						
1.1	Классификация электрической изоляции электрооборудования. Основы стандартизации. Требования к электрической прочности изоляции электрооборудования.		+				+
2	ЕСКД. Стадии и этапы разработки и постановки продукции на производство						
2.1	ЕСКД. Стадии и этапы разработки и постановки продукции на производство		+				+
3	Координация изоляции. Уровни изоляции электрооборудования						
3.1	Координация изоляции. Уровни изоляции электрооборудования		+				+
4	Методы испытаний электрической прочности изоляции электрооборудования						
4.1	Методы испытаний электрической прочности изоляции электрооборудования			+	+		+
5	Электрическая прочность изоляции электрооборудования						
5.1	Электрическая прочность изоляции электрооборудования			+	+		+
6	Основы проектирования изоляции электрооборудования высокого напряжения						
6.1	Основы проектирования изоляции электрооборудования высокого напряжения			+	+		+

7	Выбор допустимых напряженностей электрического поля					
7.1	Выбор допустимых напряженностей электрического поля		+			+
8	Определение воздействующих напряженностей и регулирование электрического поля					
8.1	Определение воздействующих напряженностей и регулирование электрического поля		+			+
9	Выбор внешней изоляции электрооборудования					
9.1	Выбор внешней изоляции электрооборудования		+			+
10	Проектирование изоляции высоковольтных вводов					
10.1	Проектирование изоляции высоковольтных вводов				+	+
11	Проектирование внутренней изоляции трансформаторов высокого напряжения					
11.1	Проектирование внутренней изоляции трансформаторов высокого напряжения				+	+
12	Расчет внутренней изоляции масляных трансформаторов напряжения и тока					
12.1	Расчет внутренней изоляции масляных трансформаторов напряжения и тока				+	+
13	Расчет изоляции силовых конденсаторов и батарей статических конденсаторов					
13.1	Расчет изоляции силовых конденсаторов и батарей статических конденсаторов				+	+
Вес КМ, %:		10	20	10	20	40

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА  
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Изоляция электротехнического оборудования высокого напряжения и основы её проектирования

(название дисциплины)

**3 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:**

- КМ-1 Раздел 1
- КМ-2 Раздел 2
- КМ-3 Раздел 3
- КМ-4 Раздел 4
- КМ-5 Защита КП

**Вид промежуточной аттестации – защита КП.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	10	12	14	16	17
1	Расчет внешней изоляции высоковольтного ввода		+				+
2	Расчет внутренней изоляции высоковольтного ввода			+			+
3	Расчет изоляции установки ввода				+		+
4	Разработка чертежа общего вида и оформление пояснительной записки					+	+
Вес КМ, %:			5	5	5	5	80