

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: Системы электроснабжения потребителей

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очно-заочная

Рабочая программа дисциплины
СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.08
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	3 семестр - 16 часов;
Практические занятия	3 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	3 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	3 семестр - 109,5 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Тестирование	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рыжкова Е.Н.
	Идентификатор	R53c2ea63-RyzhkovaYN-12c1f249

Е.Н. Рыжкова

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Цырук С.А.
	Идентификатор	Raf2c04da-TsyrukSA-47ef358f

С.А. Цырук

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Михеев Д.В.
	Идентификатор	Re17531c2-MikheevDV-e437ec4f

Д.В. Михеев

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение основных эксплуатационных характеристик изоляции электроустановок; физики процессов атмосферных и коммутационных перенапряжений; методов защиты различного электрооборудования от внешних и внутренних перенапряжений.

Задачи дисциплины

- приобретение навыков анализа характеристик изоляции, параметров и характеристик защитных средств;
- изучение закономерностей развития и опасности внешних и внутренних перенапряжений;
- приобретение навыков по выбору оптимальных средств защиты от перенапряжений в проектируемых и существующих электрических схемах промышленных предприятий.

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-1 Способность участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов капитального строительства	ИД-2ПК-1 Знает существующие типовые проектные решения систем электроснабжения объектов	знать: - характеристики грозовой деятельности и типовые решения по защите от прямых ударов молнии и волн, набегающих с линии.
ПК-1 Способность участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов капитального строительства	ИД-3ПК-1 Осуществляет выбор оборудования для системы электроснабжения, разрабатывает документацию на различных стадиях проектирования систем электроснабжения объектов	уметь: - применять методики профилактических испытаний для конкретной изоляции и оценивать её состояние по их результатам.
ПК-4 Способность участвовать в процессах управления энергетической эффективностью организаций и объектов	ИД-1ПК-4 Использует нормативно-правовые акты, нормативную и нормативно-техническую документацию, международные стандарты, методики и процедуры энергетического менеджмента для энергетического анализа и выбора наиболее эффективных решений и оборудования в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности организаций и различных объектов	знать: - физические причины, условия возникновения внутренних перенапряжений и методы и средства их ограничения; - механизмы старения внутренней изоляции и мероприятия по повышению электрической прочности при импульсных и длительных воздействиях; - основные эксплуатационные характеристики внешней изоляции ЭУ. уметь: - выбирать защитные устройства от внешних и внутренних перенапряжений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Системы электроснабжения потребителей (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 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ 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	Основные свойства и электрические характеристики внешней изоляции ЭУ	24	3	4	-	4	-	-	-	-	-	16	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Основные свойства и электрические характеристики внешней изоляции ЭУ"</p> <p><u>Подготовка доклада, выступления:</u> Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты:</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Основные свойства и электрические характеристики внешней изоляции ЭУ и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Основные свойства и электрические характеристики внешней изоляции ЭУ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные свойства и электрические</p>
1.1	Основные свойства и электрические характеристики внешней изоляции ЭУ	24		4	-	4	-	-	-	-	-	-	16	

														<p>характеристики внешней изоляции ЭУ" <u>Подготовка реферата:</u> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 45-88 [2], 1-45, 65-85</p>
2	Общие свойства внутренней изоляции	24	2	-	4	-	-	-	-	-	-	18	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Общие свойства внутренней изоляции"</p>
2.1	Общие свойства внутренней изоляции	24	2	-	4	-	-	-	-	-	-	18	-	<p><u>Подготовка доклада, выступления:</u> Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты: <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Общие свойства внутренней изоляции" <u>Подготовка реферата:</u> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты:</p>

														<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Общие свойства внутренней изоляции и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 102-117, 138-144, 178-207 [2], 103-162</p>
3	Грозовые перенапряжения и молниезащита ЭУ	26	6	-	4	-	-	-	-	-	-	16	-	<p><u>Подготовка реферата:</u> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты:</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Грозовые перенапряжения и молниезащита ЭУ"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Грозовые перенапряжения и молниезащита ЭУ"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Грозовые перенапряжения и молниезащита ЭУ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Грозовые перенапряжения и молниезащита ЭУ и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка доклада, выступления:</u> Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы</p>
3.1	Грозовые перенапряжения и молниезащита ЭУ	26	6	-	4	-	-	-	-	-	-	16	-	

															представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты: <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 208-248 [2], 227-270, 284-307 [3], 18-34, 69-76
4	Внутренние перенапряжения и современные средства ограничения перенапряжений в системах электроснабжения	34	4	-	4	-	-	-	-	-	-	26	-	<u>Подготовка реферата:</u> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Внутренние перенапряжения и современные средства ограничения перенапряжений в системах электроснабжения" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Внутренние перенапряжения и современные средства ограничения перенапряжений в системах электроснабжения" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка доклада, выступления:</u> Задание связано с углубленным изучением разделов дисциплины и самостоятельным поиском материалов для раскрытия темы доклада. Материалы выполненной работы представляются в электронном виде или в форме распечатанных презентационных	
4.1	Внутренние перенапряжения и современные средства ограничения перенапряжений в системах электроснабжения	34	4	-	4	-	-	-	-	-	-	26	-		

													<p>слайдов. В качестве тем докладов студентам предлагаются следующие варианты:</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Внутренние перенапряжения и современные средства ограничения перенапряжений в системах электроснабжения"</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Внутренние перенапряжения и современные средства ограничения перенапряжений в системах электроснабжения и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 293-347 [2], 362-476 [3], 48-56, 89-115</p>
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	16	-	16	-	2	-	-	0.5	76	33.5	
	Итого за семестр	144.0	16	-	16		2		-	0.5		109.5	

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. Основные свойства и электрические характеристики внешней изоляции ЭУ

1.1. Основные свойства и электрические характеристики внешней изоляции ЭУ

Общая характеристика курса. Влияние характеристик изоляции на технико-экономические показатели электрооборудования. Основные сведения об электрофизических процессах в диэлектриках. Разряды в воздушных промежутках при переменном напряжении. Разряды в воздушных промежутках при грозовых и коммутационных импульсах, время разряда и вольт-секундная характеристика воздушных промежутков. Разряды в воздухе вдоль поверхности изоляторов..

2. Общие свойства внутренней изоляции

2.1. Общие свойства внутренней изоляции

Старение внутренней изоляции в ЭУ. Пробой жидких и твёрдых диэлектриков при кратковременных воздействиях напряжения. Кратковременная электрическая прочность внутренней изоляции. Регулирование электрических полей во внутренней изоляции. Контроль изоляции. Допустимые рабочие напряженности основных видов внутренней изоляции..

3. Грозовые перенапряжения и молниезащита ЭУ

3.1. Грозовые перенапряжения и молниезащита ЭУ

Молния как источник грозовых перенапряжений. Параметры грозовых импульсов, характеристики грозовой деятельности. Молниеотводы. Молниезащита воздушных ЛЭП и подстанций..

4. Внутренние перенапряжения и современные средства ограничения перенапряжений в системах электроснабжения

4.1. Внутренние перенапряжения и современные средства ограничения перенапряжений в системах электроснабжения

Общая характеристика внутренних перенапряжений. Перенапряжение как случайное событие. Квазистационарные перенапряжения. Перенапряжения при включении разомкнутой линии. Перенапряжения при отключении ненагруженных линий. Перенапряжения при однофазных замыканиях в системе с изолированной нейтралью. Перенапряжения при отключении ненагруженных трансформаторов. РВ и ОПН – универсальные средства ограничения перенапряжений. Устройство, принцип действия, параметры вентильных разрядников и ОПН. Сравнительные характеристики аппаратов отечественных и зарубежных производителей. Специфические средства ограничения перенапряжений при включениях ЛЭП и АПВ: управление моментом включения выключателя, шунтирующие реакторы с искровым присоединением. Резистор в нейтрали как средство подавления дуговых и феррорезонансных перенапряжений. Конструкции, материалы, схемы включения. Выбор номинала резистора. Термическая стойкость при однофазных замыканиях на землю..

3.3. Темы практических занятий

1. Расчет числа изоляторов в подвесной гирлянде;
2. Построение зон защиты молниеотводов;
3. Расчет допустимой удаленности разрядника от защищаемого объекта;
4. Выбор нелинейных ограничителей перенапряжений;

5. Расчет допустимой удаленности ОПН от защищаемого объекта;
6. Выбор защитного резистора.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основные свойства и электрические характеристики внешней изоляции ЭУ"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Общие свойства внутренней изоляции"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Грозовые перенапряжения и молниезащита ЭУ"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Внутренние перенапряжения и современные средства ограничения перенапряжений в системах электроснабжения"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

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	
Знать:						
характеристики грозовой деятельности и типовые решения по защите от прямых ударов молнии и волн, набегающих с линии	ИД-2пк-1			+		Контрольная работа/Грозовые перенапряжения и молниезащита ЭУ
основные эксплуатационные характеристики внешней изоляции ЭУ	ИД-1пк-4	+				Тестирование/Основные свойства и электрические характеристики внешней изоляции ЭУ
механизмы старения внутренней изоляции и мероприятия по повышению электрической прочности при импульсных и длительных воздействиях	ИД-1пк-4		+			Контрольная работа/Общие свойства внутренней изоляции
физические причины, условия возникновения внутренних перенапряжений и методы и средства их ограничения	ИД-1пк-4				+	Контрольная работа/Внутренние перенапряжения и современные средства ограничения перенапряжений в системах электроснабжения
Уметь:						
применять методики профилактических испытаний для конкретной изоляции и оценивать её состояние по их результатам	ИД-3пк-1		+			Контрольная работа/Общие свойства внутренней изоляции
выбирать защитные устройства от внешних и внутренних перенапряжений	ИД-1пк-4			+		Контрольная работа/Грозовые перенапряжения и молниезащита ЭУ

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: Компьютерное задание

1. Основные свойства и электрические характеристики внешней изоляции ЭУ (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Внутренние перенапряжения и современные средства ограничения перенапряжений в системах электроснабжения (Контрольная работа)
2. Грозовые перенапряжения и молниезащита ЭУ (Контрольная работа)
3. Общие свойства внутренней изоляции (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

Итоговая оценка формируется БАРС с учетом оценок текущей успеваемости и экзаменационной

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. Базуткин, В. В. Техника высоких напряжений: Изоляция и перенапряжения в электрических системах : Учебник для электроэнергетических специальностей вузов / В. В. Базуткин, В. П. Ларионов, Ю. С. Пинталь. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 464 с.;
2. Техника высоких напряжений : Учебник для электротехнических и электроэнергетических специальностей вузов / Л. Ф. Дмоховская, и др. ; Общ. ред. Д. В. Разевиг. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергия, 1976. – 488 с.;
3. Титков В. В., Халилов Ф. Х.- "Перенапряжения и молниезащита", (4-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (224 с.)
<https://e.lanbook.com/book/180871>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Windows / Операционная система семейства Linux;
2. Acrobat Reader.

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
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
5. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - [Http://proinfosoft.ru; http://docs.cntd.ru/](Http://proinfosoft.ru;http://docs.cntd.ru/)
9. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
10. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	ЭППЭ-21а, Комната сотрудников	кресло рабочее, стол преподавателя, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	А-219/а, Кабинет сотрудников каф. "ЭППЭ"	кресло рабочее, стол для работы с документами, шкаф для одежды, шкаф для хранения инвентаря, тумба

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Специальные вопросы электроснабжения

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Основные свойства и электрические характеристики внешней изоляции ЭУ (Тестирование)
- КМ-2 Общие свойства внутренней изоляции (Контрольная работа)
- КМ-3 Грозовые перенапряжения и молниезащита ЭУ (Контрольная работа)
- КМ-4 Внутренние перенапряжения и современные средства ограничения перенапряжений в системах электроснабжения (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	10	10	15	15
1	Основные свойства и электрические характеристики внешней изоляции ЭУ					
1.1	Основные свойства и электрические характеристики внешней изоляции ЭУ		+			
2	Общие свойства внутренней изоляции					
2.1	Общие свойства внутренней изоляции			+		
3	Грозовые перенапряжения и молниезащита ЭУ					
3.1	Грозовые перенапряжения и молниезащита ЭУ				+	
4	Внутренние перенапряжения и современные средства ограничения перенапряжений в системах электроснабжения					
4.1	Внутренние перенапряжения и современные средства ограничения перенапряжений в системах электроснабжения					+
Вес КМ, %:			20	20	30	30