

**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**  
**ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ И КООРДИНАЦИЯ ИЗОЛЯЦИИ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.05</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>2 семестр - 7;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>252 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>2 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>2 семестр - 16 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>2 семестр - 16 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>2 семестр - 18 часов;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2 семестр - 165,2 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>2 семестр - 51,7 часа;</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>2 семестр - 4 часа;</b>
<b>включая:</b> <b>Лабораторная работа</b> <b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>2 семестр - 0,5 часа;</b>
<b>Защита курсового проекта</b>	<b>2 семестр - 0,3 часа;</b>
	<b>всего - 0,8 часа</b>

**Москва 2025**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Белова О.С.
	Идентификатор	Rf34a3133-BelovaOS-f9247daf

О.С. Белова

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лебедева Н.А.
	Идентификатор	R75716a03-LebedevaNA-9930664f

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-2d4db00f

А.Г. Темников

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Формирование знаний об условиях возникновения, развития и максимальных кратностях перенапряжений, а также способов их ограничения в электрических сетях и принципов координации изоляции.

### Задачи дисциплины

- Изучение условий возникновения, процесса развития и характеристик внутренних и внешних перенапряжений в электрических сетях;
- Освоение аналитических методов численной оценки уровня перенапряжений и методов компьютерного моделирования процессов развития перенапряжений в электрических сетях;
- Формирование представлений о технической эффективности и области применения различных режимов заземления нейтрали электрических сетей;
- Изучение методов координации изоляции, основ формирования требований к испытаниям изоляции электрооборудования и методики выбора нелинейных ограничителей перенапряжений.

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-1 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует знания условий возникновения и способов ограничения перенапряжений в электрических сетях и принципов координации изоляции	знать: - Методику выбора нелинейных ограничителей перенапряжений; - Условия возникновения перенапряжений различного характера в электросетях; - Режимы работы нейтрали в сетях разных классов напряжения, их влияние на уровень перенапряжений; - Основные способы ограничения перенапряжений различного характера в электросетях.  уметь: - Моделировать процессы развития перенапряжений при однофазных замыканиях на землю, импульсных перенапряжений в обмотках трансформаторов, феррорезонансных процессах и оценивать их кратность; - Оценивать основные характеристики нелинейных ограничителей перенапряжений; - Осуществлять выбор режима работы нейтрали электросети, оценивать его параметры; - Составлять схему замещения трансформатора с учетом насыщения магнитопровода, оценивать условия возникновения феррорезонансных процессов.

## 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.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Теоретические основы электротехники, включая переходные процессы в электрических сетях
- знать Электрофизические основы техники высоких напряжений
- знать Основные принципы работы и функционирования электроэнергетического оборудования
- уметь Рассчитывать электрические цепи переменного тока, использовать символический метод расчета, операторный метод расчета
- уметь Оценивать высшие гармоники в трехфазных цепях
- уметь Рассчитывать переходные процессы в электрических цепях

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 7 зачетных единиц, 252 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	Режимы работы нейтрали в электрических системах	12	2	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Режимы работы нейтрали в электрических системах" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Режимы работы нейтрали в электрических системах"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 1-79</p>	
1.1	Режимы заземления нейтрали в электрических системах.	12		2	-	2	-	-	-	-	-	8	-		
2	Перенапряжения при однофазных замыканиях на землю	41		8	11	4	-	-	-	-	-	-	18		-
2.1	Перенапряжения при однофазных замыканиях на землю	22		4	6	2	-	-	-	-	-	-	10		-
2.2	Компенсация токов однофазных замыканий на землю с помощью дугогасящих реакторов	19	4	5	2	-	-	-	-	-	-	8	-	<p>Изучение материала по разделу "Перенапряжения при однофазных замыканиях на землю" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Перенапряжения при однофазных замыканиях на землю и подготовка к</p>	

													<p>контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Перенапряжения при однофазных замыканиях на землю" материалу.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 445-461</p>
3	Коммутационные перенапряжения в электрических сетях	46	10	-	4	-	-	-	-	-	32	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Коммутационные перенапряжения в электрических сетях"</p>
3.1	Коммутационные перенапряжения при отключениях	24	6	-	2	-	-	-	-	-	16	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Коммутационные перенапряжения в электрических сетях" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p>
3.2	Коммутационные перенапряжения при включениях	22	4	-	2	-	-	-	-	-	16	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Коммутационные перенапряжения в электрических сетях и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 43-74 [3], 409-414 [4], 436-439, 414-425 [5], 300-311</p>
4	Импульсные перенапряжения в	19	4	5	2	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение</p>

	обмотках трансформаторов												дополнительного материала по разделу "Импульсные перенапряжения в обмотках трансформаторов"
4.1	Импульсные перенапряжения в обмотках трансформаторов	19	4	5	2	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Импульсные перенапряжения в обмотках трансформаторов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Импульсные перенапряжения в обмотках трансформаторов" материалу. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 231-243 [4], 255-262 [6], 120-132
5	Феррорезонансные перенапряжения	16	4	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Феррорезонансные перенапряжения"
5.1	Феррорезонансные перенапряжения	16	4	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Феррорезонансные перенапряжения" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 436-458
6	Координация изоляции	10	4	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает
6.1	Координация изоляции	10	4	-	-	-	-	-	-	-	6	-	

													<p>пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей:  <u><b>Подготовка к практическим занятиям:</b></u>  Изучение материала по разделу "Координация изоляции" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях  <u><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b></u> Изучение дополнительного материала по разделу "Координация изоляции"  <u><b>Изучение материалов литературных источников:</b></u>  [7], 38-159</p>
	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>252.0</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>131.7</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>252.0</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>18</b>		<b>4</b>		<b>0.8</b>	<b>165.2</b>		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Режимы работы нейтрали в электрических системах

#### 1.1. Режимы заземления нейтрали в электрических системах.

Виды перенапряжений. Электрические сети с большими и малыми токами замыкания на землю. Режимы заземления нейтрали в электрических системах. Эффективно заземленная нейтраль..

### 2. Перенапряжения при однофазных замыканиях на землю

#### 2.1. Перенапряжения при однофазных замыканиях на землю

Перенапряжения при однофазных замыканиях на землю в сети с изолированной нейтралью. Скорость восстановления электрической прочности промежутка. Варианты поведения дуги при однофазных замыканиях на землю (Теория Петерсена, Теория Белякова, Теория Петерса и Слепяна).

#### 2.2. Компенсация токов однофазных замыканий на землю с помощью дугогасящих реакторов

Компенсация токов однофазных замыканий на землю с помощью дугогасящих реакторов. Остаточный ток. Вклад высших гармоник в остаточный ток. Степень настройки ДГР. Однофазное замыкание на землю в сети с ДГР. Влияние несимметрии сети на повышение напряжения в сети с ДГР. Способы подключения ДГР. Нерегулируемые и регулируемые ДГР. ДГР плунжерного типа, с подмагничиванием и с конденсаторным регулированием..

### 3. Коммутационные перенапряжения в электрических сетях

#### 3.1. Коммутационные перенапряжения при отключениях

Перенапряжения при отключении малых индуктивных токов. Срез тока. Гашение дуги в вакуумном выключателе. Влияние скорости восстановления электрической прочности между контактами выключателя на уровень перенапряжений. Предельное значение перенапряжений. Ограничение перенапряжений при отключении малых индуктивных токов.. Процессы, приводящие к развитию перенапряжений при отключении ненагруженной линии. Ограничение коммутационных перенапряжений при отключении ненагруженной линии..

#### 3.2. Коммутационные перенапряжения при включениях

Перенапряжения при плановом включении линии. Влияние частоты собственных колебаний системы и фазы включения на ударный коэффициент. Ограничение коммутационных перенапряжений при включении линии.. Цикл АПВ. Процесс развития перенапряжений при АПВ. Трехфазное и однофазное АПВ. Влияние реакторов на линии на развитие перенапряжений при АПВ. Ограничение перенапряжений при АПВ. Влияние момента повторного включения линии на уровень перенапряжений при наличии ОПН..

### 4. Импульсные перенапряжения в обмотках трансформаторов

#### 4.1. Импульсные перенапряжения в обмотках трансформаторов

Основные виды изоляции и обмоток силовых трансформаторов. Схема замещения обмотки силовых трансформаторов. Уравнения, описывающие переходный процесс в трансформаторе. Начальное распределение напряжения по емкостям обмотки. Волновой процесс перераспределения градиентов. Собственные колебания обмотки. Влияние способа заземления нейтрали трансформатора на распределение напряжения в обмотке при импульсных перенапряжениях. Импульсные перенапряжения в обмотках

автотрансформаторов. Переходные процессы в двухобмоточном трансформаторе при импульсном воздействии. Переходные процессы в трехфазном трансформаторе при импульсном воздействии. Способы ограничения импульсных перенапряжений в обмотках трансформаторов. Экранирующие кольца. Компенсационные экраны. Применение специальных обмоток. Слоевые обмотки..

### 5. Феррорезонансные перенапряжения

#### 5.1. Феррорезонансные перенапряжения

Анализ процессов в феррорезонансном контуре графоаналитическим способом. Возможные состояния равновесия схемы. Влияние емкости и активного сопротивления цепи на феррорезонансные процессы. Намагничивание сердечников трансформаторов. Ток намагничивания. Негармонический резонанс. Практические случаи феррорезонанса. Насыщение сердечников силовых трансформаторов. Насыщение магнитопроводов трансформаторов напряжения в сетях высокого и среднего классов напряжения. Способы предотвращения развития феррорезонансных процессов. Антирезонансные трансформаторы напряжения..

### 6. Координация изоляции

#### 6.1. Координация изоляции

Координация изоляции. Уровень изоляции. Испытательные напряжения. Нормальная и облегченная изоляция электрооборудования. Ограничители перенапряжений. Основные задачи ОПН. Влияние режима заземления нейтрали на выбор ОПН. Основные характеристики и алгоритм выбора ОПН.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Схема замещения трансформатора;
2. Феррорезонансные перенапряжения;
3. Резистивное заземление нейтрали;
4. Отключение малых индуктивных токов.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Перенапряжения при однофазных замыканиях на землю в электрических сетях 6–35 кВ;
2. Импульсные перенапряжения в обмотках силовых трансформаторов;
3. Технические аспекты компенсации токов однофазных замыканий на землю с помощью дугогасящих реакторов.

### **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 "Координация изоляции"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 2 Семестр**

Курсовой проект (КП)

**График выполнения курсового проекта**

Неделя	1 - 4	5 - 14	15	Зачетная
Раздел курсового проекта	1, 2, 3, 4	5	6	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	55	35	10	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	55	90	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Ознакомление с заданием на проект, с методическими указаниями, алгоритмом проектирования и характеристикой исходных данных курсового проекта
2	Расчет уровней грозových перенапряжений на электрооборудовании при ударах молнии в ВЛ
3	Расчет уровней коммутационных перенапряжений
4	Расчет уровней квазистационарных перенапряжений
5	Выбор параметров и места установки ОПН. Выводы по работе
6	Оформление материалов курсового проекта

### 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	
<b>Знать:</b>								
Основные способы ограничения перенапряжений различного характера в электросетях	ИД-1пк-2		+					Лабораторная работа/Перенапряжения при однофазных замыканиях на землю в электрических сетях 6–35 кВ
Режимы работы нейтрали в сетях разных классов напряжения, их влияние на уровень перенапряжений	ИД-1пк-2	+						Лабораторная работа/Перенапряжения при однофазных замыканиях на землю в электрических сетях 6–35 кВ Контрольная работа/Резистивное заземление нейтрали, коммутационные перенапряжения, перенапряжения при ОЗЗ
Условия возникновения перенапряжений различного характера в электросетях	ИД-1пк-2	+		+		+		Контрольная работа/Резистивное заземление нейтрали, коммутационные перенапряжения, перенапряжения при ОЗЗ
Методику выбора нелинейных ограничителей перенапряжений	ИД-1пк-2						+	Лабораторная работа/Перенапряжения при однофазных замыканиях на землю в электрических сетях 6–35 кВ
<b>Уметь:</b>								
Составлять схему замещения трансформатора с учетом насыщения магнитопровода, оценивать условия возникновения феррорезонансных процессов	ИД-1пк-2				+			Лабораторная работа/Импульсные перенапряжения в обмотках силовых трансформаторов
Осуществлять выбор режима работы нейтрали электросети, оценивать его параметры	ИД-1пк-2		+					Лабораторная работа/Компенсация токов однофазных замыканий на землю с помощью дугогасящих реакторов
Оценивать основные характеристики нелинейных ограничителей перенапряжений	ИД-1пк-2						+	Лабораторная работа/Перенапряжения при однофазных замыканиях на землю в

								электрических сетях 6–35 кВ
Моделировать процессы развития перенапряжений при однофазных замыканиях на землю, импульсных перенапряжений в обмотках трансформаторов, феррорезонансных процессах и оценивать их кратность	ИД-1пк-2		+					Лабораторная работа/Перенапряжения при однофазных замыканиях на землю в электрических сетях 6–35 кВ

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

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

**2 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Импульсные перенапряжения в обмотках силовых трансформаторов (Лабораторная работа)
2. Компенсация токов однофазных замыканий на землю с помощью дугогасящих реакторов (Лабораторная работа)
3. Перенапряжения при однофазных замыканиях на землю в электрических сетях 6–35 кВ (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Резистивное заземление нейтрали, коммутационные перенапряжения, перенапряжения при ОЗЗ (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 №2)

Итоговая оценка формируется БАРС с учетом оценок текущей успеваемости и результатов промежуточной аттестации

Курсовой проект (КП) (Семестр №2)

Итоговая оценка формируется БАРС с учетом оценок текущей успеваемости и полученной на защите

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

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

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

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

1. К. П. Кадомская, Ю. А. Лавров, О. И. Лаптев- "Электрооборудование высокого напряжения нового поколения. Основные характеристики и электромагнитные процессы", Издательство: "Новосибирский государственный технический университет", Новосибирск, 2008 - (343 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435981>;
2. Вайнштейн, Р. А. Режимы работы нейтрали в электрических системах : учебное пособие / Р. А. Вайнштейн, и др., М-во высшего и среднего специального образования РСФСР, Томский политехн. ин-т им. С.М. Кирова. – Томск : Томский политехн. ин-т, 1981. – 79 с.;
3. Долгинов, А. И. Техника высоких напряжений в электроэнергетике : Учебное пособие для втузов / А. И. Долгинов. – М. : Энергия, 1968. – 464 с.;

4. 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.;
5. 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.;
6. Силовые трансформаторы : справочная книга / Ред. С. Д. Лизунов, А. К. Лоханин. – М. : Энергоиздат, 2004. – 616 с. – ISBN 5-9807300-4-4.;
7. Сапожников, А. В. Уровни изоляции электрооборудования высокого напряжения: Нормы и методы испытания электрической прочности / А. В. Сапожников. – М. : Энергия, 1969. – 296 с..

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. 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. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Д-209, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Д-209, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Д-5, Научно-учебная лаборатория, кафедральная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, экран, доска маркерная передвижная, лабораторный стенд, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Д-209, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
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	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

### Перенапряжения и координация изоляции

(название дисциплины)

#### 2 семестр

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

- КМ-1 Перенапряжения при однофазных замыканиях на землю в электрических сетях 6–35 кВ (Лабораторная работа)
- КМ-2 Компенсация токов однофазных замыканий на землю с помощью дугогасящих реакторов (Лабораторная работа)
- КМ-3 Импульсные перенапряжения в обмотках силовых трансформаторов (Лабораторная работа)
- КМ-4 Резистивное заземление нейтрали, коммутационные перенапряжения, перенапряжения при ОЗЗ (Контрольная работа)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	5	9	13	15
1	Режимы работы нейтрали в электрических системах					
1.1	Режимы заземления нейтрали в электрических системах.		+			+
2	Перенапряжения при однофазных замыканиях на землю					
2.1	Перенапряжения при однофазных замыканиях на землю		+			
2.2	Компенсация токов однофазных замыканий на землю с помощью дугогасящих реакторов			+		
3	Коммутационные перенапряжения в электрических сетях					
3.1	Коммутационные перенапряжения при отключениях					+
3.2	Коммутационные перенапряжения при включениях					+
4	Импульсные перенапряжения в обмотках трансформаторов					
4.1	Импульсные перенапряжения в обмотках трансформаторов				+	
5	Феррорезонансные перенапряжения					
5.1	Феррорезонансные перенапряжения					+
6	Координация изоляции					

6.1	Координация изоляции	+			
		Вес КМ, %:	25	25	25

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

### Перенапряжения и координация изоляции

(название дисциплины)

#### 2 семестр

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

КМ-1 КМ-1

КМ-2 КМ-2

КМ-3 КМ-3

**Вид промежуточной аттестации – защита КП.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	4	14	15
1	Ознакомление с заданием на проект, с методическими указаниями, алгоритмом проектирования и характеристикой исходных данных курсового проекта		+		
2	Расчет уровней грозовых перенапряжений на электрооборудовании при ударах молнии в ВЛ		+		
3	Расчет уровней коммутационных перенапряжений		+		
4	Расчет уровней квазистационарных перенапряжений		+		
5	Выбор параметров и места установки ОПН. Выводы по работе			+	
6	Оформление материалов курсового проекта				+
Вес КМ, %:			55	35	10