

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электроэнергетика

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины  
ТЕХНИКА ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ**

<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.09</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>6 семестр - 5; 7 семестр - 4; всего - 9</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>324 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>6 семестр - 42 часа; 7 семестр - 32 часа; всего - 74 часа</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>6 семестр - 28 часа; 7 семестр - 16 часов; всего - 44 часа</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>6 семестр - 12 часов; 7 семестр - 16 часов; всего - 28 часа</b>
<b>Консультации</b>	<b>6 семестр - 2 часа; 7 семестр - 2 часа; всего - 4 часа</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6 семестр - 95,5 часа; 7 семестр - 77,5 часа; всего - 173,0 часа</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> Лабораторная работа Контрольная работа Расчетно-графическая работа Тестирование Экскурсия	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
Экзамен	6 семестр - 0,5 часа;
Экзамен	7 семестр - 0,5 часа;
	<b>всего - 1,0 час</b>

**Москва 2021**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кошелев М.А.
	Идентификатор	R98637263-KoshelevMA-6c225577

М.А. Кошелев

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кузнецов О.Н.
	Идентификатор	Rf1ad9303-KuznetsovON-34bc149f

О.Н. Кузнецов

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тульский В.Н.
	Идентификатор	R292b173d-TulskyVN-7e812984

В.Н. Тульский

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение электрофизических процессов в высоковольтной изоляции, которые определяют ее электрическую прочность, методов контроля состояния высоковольтной изоляции в эксплуатации; основ координации изоляции, основ молниезащиты и перенапряжений, воздействующих на изоляцию и методов их ограничения

### Задачи дисциплины

- изучение электрофизических процессов в изоляции электрооборудования, определяющих ее длительную и кратковременную электрическую прочность;
- приобретение навыков расчетной оценки электрической прочности изоляции;
- формирование представлений об уровнях изоляции электрооборудования, как совокупности испытательных напряжений, определяемых на этапе координации изоляции;
- изучение электрофизических процессов, лежащих в основе контроля состояния высоковольтной изоляции в эксплуатации, и современных методов диагностики высоковольтной изоляции;
- изучение источников и механизмов формирования квазистационарных, коммутационных и грозовых перенапряжений в электрических сетях;
- изучение принципов действия и конструкции молниеотводов, принципов построения молниезащиты объектов различного назначения;
- изучение методов обеспечения грозоупорности линий электропередачи и подстанций.

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 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Применяет типовые проектные решения	знать: - основные методы определения зон защиты молниеотводов.  уметь: - рассчитывать параметры защиты от ударов молнии и грозовых перенапряжений воздушных линий электропередачи и открытых распределительных устройствах станций и подстанций.
ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Выбирает параметры электрооборудования, учитывая технические и экономические ограничения	знать: - источники, механизмы развития и способы ограничения перенапряжений в электрических сетях 6-750 кВ; - электрофизические процессы в изоляции, определяющие ее электрическую прочность и способы регулировки электрических полей во внешней изоляции; - электрофизические процессы в изоляции, определяющие ее электрическую прочность и способы регулировки электрических полей во внутренней изоляции; - методы контроля состояния высоковольтной изоляции в

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<p>эксплуатации.</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчетным путем оценивать электрическую прочность высоковольтной изоляции и применять методы контроля состояния высоковольтной изоляции;</li> <li>- применять специализированное программное обеспечение для расчета перенапряжений и для определения грозоупорности объектов электроэнергетики.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электроэнергетика (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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 9 зачетных единиц, 324 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	Внешняя изоляция высоковольтных электроустановок	72	6	20	8	12	-	-	-	-	-	32	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 23-28, 220-238 [4], 12-30, 45-69, 93-101
1.1	Внешняя изоляция высоковольтных электроустановок	72		20	8	12	-	-	-	-	-	32	-	
2	Коронный разряд на проводах воздушных линий электропередачи	18		4	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 160-218 [4], 155-170
2.1	Коронный разряд на проводах воздушных линий электропередачи	18		4	-	4	-	-	-	-	-	10	-	
3	Внутренняя изоляция высоковольтных электроустановок	54		18	4	12	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 581-602, 607-641 [3], 50-83 [4], 102-110, 118-138, 138-145, 145-153, 178-198, 198-208
3.1	Внутренняя изоляция высоковольтных электроустановок	54		18	4	12	-	-	-	-	-	20	-	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>180.0</b>	<b>42</b>	<b>12</b>	<b>28</b>	-	<b>2</b>	-	-	<b>0.5</b>	<b>62</b>	<b>33.5</b>		
	<b>Итого за семестр</b>	<b>180.0</b>	<b>42</b>	<b>12</b>	<b>28</b>	<b>2</b>		<b>-</b>		<b>0.5</b>	<b>95.5</b>			
4	Грозовые перенапряжения и молниезащита в электрических сетях	48	7	16	4	8	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 493-515 [2], 144-164, 165-172

4.1	Грозовые перенапряжения и молниезащита в электрических сетях	48		16	4	8	-	-	-	-	-	20	-	[3], 186-192 [4], 208-219, 219-229, 230-250, 250-268, 268-284
5	Внутренние перенапряжения в электрических сетях	32		8	8	4	-	-	-	-	-	12	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 54-129
5.1	Внутренние перенапряжения в электрических сетях	32		8	8	4	-	-	-	-	-	12	-	[4], 295-300, 300-336, 336-347, 347-376 [5], 5-44
6	Координация изоляции, испытания высоковольтной изоляции повышенным напряжением	28		8	4	4	-	-	-	-	-	12	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 287-294, 383-392
6.1	Координация изоляции, испытания высоковольтной изоляции повышенным напряжением	28		8	4	4	-	-	-	-	-	12	-	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>		<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	-	<b>2</b>	-	-	<b>0.5</b>	<b>44</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>		<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	-	-	<b>0.5</b>	<b>77.5</b>			
	<b>ИТОГО</b>	<b>324.0</b>	-	<b>74</b>	<b>28</b>	<b>44</b>	<b>4</b>	-	-	<b>1.0</b>	<b>173.0</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. Внешняя изоляция высоковольтных электроустановок

#### 1.1. Внешняя изоляция высоковольтных электроустановок

Основные электрофизические процессы и их характеристики. Лавина электронов: число электронов и ионов, радиус лавины. Условие самостоятельности разряда. Начальное напряжение. Закон Пашена. Особенности возникновения самостоятельного разряда в промежутках с неоднородным полем: начальная напряженность, закон подобия, влияние полярности электродов и частоты воздействующего напряжения. Электрическое поле зарядов электронной лавины, электростатический радиус лавины. Условие перехода лавины в стример в однородном и неоднородном электрическом поле. Влияние полярности. Стриммерный пробой: зависимость пробивного напряжения от длины промежутка, радиуса электрода. Развитие разряда в длинных воздушных промежутках: формирование лидера и его основные характеристики, влияние полярности электродов. Лидерный пробой и обратный разряд. Время развития разряда и его составляющие. Вольт-секундные характеристики воздушных промежутков при грозовых и коммутационных импульсах. Оценка минимальной электрической прочности при коммутационных импульсах. Зависимость начальных и разрядных напряжений воздушных промежутков от температуры, давления и влажности воздуха. Разряд в воздухе вдоль поверхности твердого диэлектрика в сухих условиях: влияние формы электрического поля, влажности воздуха и материала диэлектрика. Зависимость напряжения перекрытия промежутка при скользящем разряде от длины промежутка, поверхностной емкости и скорости изменения напряжения. Развитие разряда вдоль загрязненной и увлажненной поверхности изолятора: условие возникновения ЧДР и перекрытия, влияние интенсивности увлажнения, формы поверхности диэлектрика. Зависимость разрядного напряжения от проводимости загрязнения, длины пути утечки, диаметра изолятора и интенсивности дождя. Конструктивные особенности изоляторов различных типов. Выбор числа изоляторов и длин воздушных изоляционных промежутков на ЛЭП и подстанции. Изоляция воздушных ЛЭП. Регулирование электрических полей во внешней изоляции..

### 2. Коронный разряд на проводах воздушных линий электропередачи

#### 2.1. Коронный разряд на проводах воздушных линий электропередачи

Коронный разряд на воздушной ЛЭП: определение, формы, общая и местная корона. Расщепленные провода и их характеристики. Расчет потерь энергии при местной короне по обобщенным характеристикам потерь. Экологические аспекты электроустановок высокого напряжения: электромагнитные помехи и акустические шумы от коронного разряда; допустимые уровни помех и шумов..

### 3. Внутренняя изоляция высоковольтных электроустановок

#### 3.1. Внутренняя изоляция высоковольтных электроустановок

Внутренняя изоляция высоковольтных электроустановок станций и подстанций. Общие свойства внутренней изоляции: понятие, требования, используемые диэлектрики, вольт-секундная характеристика и механизмы пробоя. Электрофизические процессы во внутренней изоляции, определяющие ее кратковременную и длительную электрическую прочность. Проводимость диэлектриков, ее зависимость от температуры и влажности. Тангенс угла диэлектрических потерь. Частичные разряды, их основные характеристики. Кратковременная электрическая прочность жидких и твердых диэлектриков при воздействии напряжения промышленной частоты, грозовых и коммутационных импульсов: механизмы пробоя, влияние температуры, содержания влаги и расстояния между электродами.

Применение комбинированных диэлектрических материалов во внутренней изоляции: масло-барьерная изоляция (структура, роль диэлектрического барьера, зависимость кратковременной электрической прочности от расстояния между электродами и вида воздействующего напряжения), бумажно-масляная изоляция (структура, используемые диэлектрические материалы, зависимость кратковременной электрической прочности от технологии изготовления и толщины слоя бумаги). Кратковременная электрическая прочность изоляции: определение допустимых напряженностей электрического поля. Регулирование электрических полей во внутренней изоляции. Старение внутренней изоляции: тепловое, механическое, электрическое. Срок службы изоляции и его зависимость от напряженности электрического поля. Длительная электрическая прочность: допустимые рабочие напряжения и напряженности поля для внутренней изоляции. Регулирование электрических полей во внутренней изоляции..

#### 4. Грозовые перенапряжения и молниезащита в электрических сетях

##### 4.1. Грозовые перенапряжения и молниезащита в электрических сетях

Разряд молнии. Характеристики грозовой деятельности. Параметры токов молнии. Принцип действия молниеотвода. Опыты Акопяна. Зоны защиты стержневых молниеотводов. Заземление молниеотводов (стационарное и импульсное сопротивление заземления). Допустимое расстояние защищаемого объекта от молниеотвода. Ограничители перенапряжений: принцип ограничения, конструкции, электрические характеристики. Молниезащита воздушных линий электропередачи. Расчет вероятности перекрытия линейной изоляции при прямом ударе молнии в фазный провод. Угол тросовой защиты. Алгоритм расчета вероятности обратного перекрытия линейной изоляции при ударе молнии в опору воздушной ЛЭП, кривая опасных параметров. Допустимое число грозových отключений ВЛ. Рекомендуемые способы молниезащиты ВЛ 6–750 кВ. Современные методы повышения грозоупорности ВЛ: подвесные ОПН, мультикамерные разрядники. Молниезащита оборудования станций и подстанций от прямых ударов молнии и от грозových импульсов, приходящих по линиям электропередачи. Анализ грозových перенапряжений на изоляции оборудования в простейших схемах. Влияние расстояния между защищаемым объектом и ОПН, крутизны грозového импульса, числа отходящих линий на величину напряжения на защищаемом объекте. Определение длины защищенного подхода к подстанции и показателя грозоупорности подстанции. Понятие критической крутизны и длины опасной зоны. Мероприятия по повышению грозоупорности подстанций..

#### 5. Внутренние перенапряжения в электрических сетях

##### 5.1. Внутренние перенапряжения в электрических сетях

Заземление нейтрали электрических систем. Виды внутренних перенапряжений. Перенапряжения при однофазных замыканиях на землю в сетях с изолированной нейтралью. Перенапряжения в дальних электропередачах за счет емкостного эффекта, реакторы поперечной компенсации. Феррорезонансные явления в электрических сетях с изолированной и заземленной нейтралью. Перенапряжения при отключении ненагруженных линий и батарей конденсаторов. Перенапряжения при отключении малых индуктивных токов вакуумными выключателями. Защитные РС-цепи. Выбор ОПН для защиты изоляции электрооборудования подстанций. Согласование уровня квазистационарных перенапряжений с характеристиками ОПН и вентильных разрядников..

#### 6. Координация изоляции, испытания высоковольтной изоляции повышенным напряжением



6.1. Координация изоляции, испытания высоковольтной изоляции повышенным напряжением

Понятие координации изоляции. Испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты, коммутационными и грозowymi импульсами. Методы испытаний..

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

1. Выбор линейной изоляции;
2. Контрольная работа №1;
3. Расчёт потерь на местную корону на проводах воздушной линии;
4. Методы регулирования электрических полей во внутренней изоляции;
5. Контрольная работа №2;
6. Расчёт перенапряжений на ВЛ при однофазных замыканиях на землю;
7. Заземление молниеотводов и расчёт сопротивлений растеканию тока молнии;
8. Расчёт числа грозowych отключений ВЛ без тросовой защиты;
9. Контрольная работа №3;
10. Расчёт числа повреждений оборудования подстанции под действием импульсов напряжения, набегающих с ВЛ. Выбор защитных аппаратов. Защищённый подход к подстанции и определение его длины;
11. Линейный резонанс. Расчёт распределений напряжения вдоль ВЛ с учётом ёмкостного эффекта. Ограничение перенапряжений;
12. Расчёт зоны защиты молниеотводов;
13. Расчёт параметров электростатического поля в однородной изотропной среде;
14. Расчёт значений начальных напряжений и напряжённостей;
15. Расчёт числа грозowych отключений ВЛ с тросовой защитой;
16. Расчёт электрических полей в пролётах воздушных линий электропередачи.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Методы контроля изоляции, основанные на явлении абсорбции зарядов;
2. Диэлектрические потери. Контроль изоляции по тангенсу угла диэлектрических потерь;
3. Электрические разряды по поверхности твёрдого диэлектрика;
4. Электрические разряды в воздухе;
5. Перенапряжения в дальних электропередачах за счёт ёмкостного эффекта;
6. Испытательные установки высокого напряжения;
7. Защита подстанции от набегающих волн.

### **3.5 Консультации**

### **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	5	6	
<b>Знать:</b>								
основные методы определения зон защиты молниеотводов	ИД-1ПК-1				+			Расчетно-графическая работа/Расчёт молниезащиты открытого распределительного устройства (ОРУ) подстанции Тестирование/Тест №1
методы контроля состояния высоковольтной изоляции в эксплуатации	ИД-2ПК-1			+				Лабораторная работа/ЛР №4 "Электрические разряды по поверхности твердого диэлектрика" Лабораторная работа/ЛР №7 "Методы контроля изоляции, основанные на явлении абсорбции зарядов"
электрофизические процессы в изоляции, определяющие ее электрическую прочность и способы регулировки электрических полей во внутренней изоляции	ИД-2ПК-1			+				Лабораторная работа/ЛР №7 "Методы контроля изоляции, основанные на явлении абсорбции зарядов"
электрофизические процессы в изоляции, определяющие ее электрическую прочность и способы регулировки электрических полей во внешней изоляции	ИД-2ПК-1	+	+					Расчетно-графическая работа/Выбор линейной изоляции на опорах и изоляционных расстояний на воздушных линиях электропередачи Лабораторная работа/ЛР №1 "Электрические разряды в воздухе" Лабораторная работа/ЛР №4 "Электрические разряды по поверхности твердого диэлектрика"
источники, механизмы развития и способы	ИД-2ПК-1				+	+	+	Лабораторная работа/ЛР №17 "Защита

ограничения перенапряжений в электрических сетях 6-750 кВ							<p>подстанции от набегающих волн"</p> <p>Лабораторная работа/ЛР №20 "Перенапряжения в дальних электропередачах за счет емкостного эффекта"</p> <p>Экскурсия/ЛР "Испытательные установки высокого напряжения"</p> <p>Расчетно-графическая работа/Расчёт молниезащиты открытого распределительного устройства (ОРУ) подстанции</p>
<b>Уметь:</b>							
рассчитывать параметры защиты от ударов молнии и грозовых перенапряжений воздушных линий электропередачи и открытых распределительных устройствах станций и подстанций	ИД-1ПК-1				+		<p>Контрольная работа/Контрольная работа №3</p> <p>Лабораторная работа/ЛР №17 "Защита подстанции от набегающих волн"</p> <p>Расчетно-графическая работа/Расчёт молниезащиты открытого распределительного устройства (ОРУ) подстанции</p>
применять специализированное программное обеспечение для расчета перенапряжений и для определения грозоупорности объектов электроэнергетики	ИД-2ПК-1				+	+	<p>Лабораторная работа/ЛР №17 "Защита подстанции от набегающих волн"</p> <p>Лабораторная работа/ЛР №20 "Перенапряжения в дальних электропередачах за счет емкостного эффекта"</p>
расчетным путем оценивать электрическую прочность высоковольтной изоляции и применять методы контроля состояния высоковольтной изоляции	ИД-2ПК-1	+		+			<p>Расчетно-графическая работа/Выбор линейной изоляции на опорах и изоляционных расстояний на воздушных линиях электропередачи</p>

								<p>Контрольная работа/Контрольная работа №1 "Расчет электрических полей и выбор внешней изоляции"</p> <p>Контрольная работа/Контрольная работа №2 "Расчет электрической прочности изоляционных промежутков"</p> <p>Лабораторная работа/ЛР №7 "Методы контроля изоляции, основанные на явлении абсорбции зарядов"</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--

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

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

###### **6 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Выбор линейной изоляции на опорах и изоляционных расстояний на воздушных линиях электропередачи (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 "Расчет электрических полей и выбор внешней изоляции" (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2 "Расчет электрической прочности изоляционных промежутков" (Контрольная работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. ЛР №1 "Электрические разряды в воздухе" (Лабораторная работа)
2. ЛР №4 "Электрические разряды по поверхности твердого диэлектрика" (Лабораторная работа)
3. ЛР №7 "Методы контроля изоляции, основанные на явлении абсорбции зарядов" (Лабораторная работа)

###### **7 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Расчёт молниезащиты открытого распределительного устройства (ОРУ) подстанции (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №3 (Контрольная работа)
2. Тест №1 (Тестирование)

Форма реализации: Смешанная форма

1. ЛР №17 "Защита подстанции от набегающих волн" (Лабораторная работа)
2. ЛР №20 "Перенапряжения в дальних электропередачах за счет емкостного эффекта" (Лабораторная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. ЛР "Испытательные установки высокого напряжения" (Экскурсия)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Экзамен (Семестр №6)

Экзамен (Семестр №7)

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

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

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

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

1. 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);
2. Титков В. В., Халилов Ф. Х.- "Перенапряжения и молниезащита", (3-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2020 - (224 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/145845>;
3. Важов, В. Ф. Техника высоких напряжений : учебник для вузов по направлению 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" (квалификация (степень) "бакалавр") / В. Ф. Важов, В. А. Лавринович . – Москва : ИНФРА-М, 2020 . – 262 с. – (Высшее образование . Бакалавриат) . - ISBN 978-5-16-010565-9 .;
4. 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.;
5. 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..

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

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Майнд Видеоконференции;
4. Scilab.

### **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 Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
12. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
13. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>

14. **Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии** - <http://protect.gost.ru/>

15. **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	Д-401, Учебная аудитория	стол преподавателя, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Д-205, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Д-207, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Д-209, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Д-213, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Д-010, Лаборатория каф. "ТЭВН"	
	Д-5, Учебная лаборатория	парта, стол преподавателя, стул, экран, доска маркерная передвижная, лабораторный стенд, компьютер персональный, кондиционер
	Д-2(3), Лаборатория каф. "ТЭВН"	лабораторный стенд
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Г-200, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, трибуна, мультимедийный проектор, экран
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для консультирования	Г-200, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, трибуна, мультимедийный проектор, экран
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Д-12, Кладовая	стеллаж, стол, стул

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Техника высоких напряжений

(название дисциплины)

#### 6 семестр

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

- КМ-1 ЛР №7 "Методы контроля изоляции, основанные на явлении абсорбции зарядов" (Лабораторная работа)
- КМ-2 Контрольная работа №1 "Расчет электрических полей и выбор внешней изоляции" (Контрольная работа)
- КМ-3 ЛР №1 "Электрические разряды в воздухе" (Лабораторная работа)
- КМ-4 Контрольная работа №2 "Расчет электрической прочности изоляционных промежутков" (Контрольная работа)
- КМ-5 ЛР №4 "Электрические разряды по поверхности твердого диэлектрика" (Лабораторная работа)
- КМ-6 Выбор линейной изоляции на опорах и изоляционных расстояний на воздушных линиях электропередачи (Расчетно-графическая работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	4	8	10	12	13	13
1	Внешняя изоляция высоковольтных электроустановок							
1.1	Внешняя изоляция высоковольтных электроустановок		+	+	+	+	+	+
2	Коронный разряд на проводах воздушных линий электропередачи							
2.1	Коронный разряд на проводах воздушных линий электропередачи				+		+	+
3	Внутренняя изоляция высоковольтных электроустановок							
3.1	Внутренняя изоляция высоковольтных электроустановок		+	+		+	+	+
Вес КМ, %:			10	20	10	20	10	30

#### 7 семестр

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

- КМ-7 Тест №1 (Тестирование)
- КМ-8 ЛР №17 "Защита подстанции от набегающих волн" (Лабораторная работа)
- КМ-9 Контрольная работа №3 (Контрольная работа)
- КМ-10 ЛР №20 "Перенапряжения в дальних электропередачах за счет емкостного эффекта" (Лабораторная работа)
- КМ-11 ЛР "Испытательные установки высокого напряжения" (Экскурсия)



КМ-12 Расчёт молниезащиты открытого распределительного устройства (ОРУ) подстанции  
(Расчетно-графическая работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-7	КМ-8	КМ-9	КМ-10	КМ-11	КМ-12
		Неделя КМ:	4	8	11	12	14	16
1	Грозовые перенапряжения и молниезащита в электрических сетях							
1.1	Грозовые перенапряжения и молниезащита в электрических сетях		+	+	+	+	+	+
2	Внутренние перенапряжения в электрических сетях							
2.1	Внутренние перенапряжения в электрических сетях			+		+	+	+
3	Координация изоляции, испытания высоковольтной изоляции повышенным напряжением							
3.1	Координация изоляции, испытания высоковольтной изоляции повышенным напряжением			+		+	+	+
Вес КМ, %:			10	10	30	10	10	30