



КГУУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУУ»)**

**АКТУАЛИЗИРОВАНО**  
с изменениями  
решением ученого совета ИЭЭ  
протокол №7 от 16.04.2024

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Института электроэнергетики и  
электроники

\_\_\_\_\_ Р.В.Ахметова

« 30 » \_\_\_\_\_ мая \_\_\_\_\_ 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.02.03.03 Молниезащита

---

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность(профиль)

Квалификация

Бакалавр

г. Казань, 2023

Программу разработали:

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
Электрические станции им. В.К. Шибанова	к.т.н., доцент	Балобанов Р.Н.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	ЭС им. В.К. Шибанова	19.05.2023	№6/23	Зав.каф., к.т.н., доц. Маргулис С. М.
Согласована	ЭС им. В.К. Шибанова ЭС	19.05.2023	№6/23	Зав.каф., к.т.н., доц. Маргулис С. М.
Согласована	Учебно- методический совет ИЭЭ	30.05.2023	№8	Директор, к.т.н., доц. Ахметова Р.В.
Одобрена	Ученый совет ИЭЭ	30.05.2023	№9	Директор, к.т.н., доц. Ахметова Р.В.

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целями освоения учебной дисциплины «Молниезащита» являются: - формирование знаний о механизмах развития грозовых перенапряжений в энергосистемах и методах проектирования молниезащиты различных электроэнергетических объектов; - формирование и развитие научных представлений в области техники высоких напряжений.

Задачами освоения дисциплины являются воспитание научного мировоззрения, формирование научного мышления.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-3 - Способен обеспечить надежное функционирование электрооборудования высокого напряжения в процессе эксплуатации	ПК-3.4 Применяет современные способы и устройства для молниезащиты и защиты от перенапряжений электроэнергетических и электротехнических объектов

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. Техника высоких напряжений, Электрические станции и подстанции

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)		
			7		
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	5	180	180		
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*		97,2	97,2		
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,39	50	50		
Лекции	0,44	16	16		
Практические (семинарские) занятия	0,94	34	34		
Лабораторные работы	0,00	0	0		
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	3,61	130	130		
Проработка учебного материала	0,61	22	22		
Курсовой проект	2,00	72	0		
Курсовая работа	0,00	0	0		
Подготовка к промежуточной аттестации	1,00	36	36		
Промежуточная аттестация:			Э		
			КП		

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1. Молния	6	2	-	2	2	ТК1	ПК-3.4-3 ПК-3.4-У ПК-3.4-В
Раздел 2. Молниеотводы	14	4	-	6	4		ПК-3.4-3 ПК-3.4-У ПК-3.4-В
Раздел 3. Защитные аппараты	12	2	-	6	4		ПК-3.4-3 ПК-3.4-У ПК-3.4-В
Раздел 4. Молниезащита в электроэнергетических системах	16	4	-	8	4	ТК2	ПК-3.4-3 ПК-3.4-У ПК-3.4-В
Раздел 5. Молниезащита зданий и различных сооружений	14	4	-	6	4		ПК-3.4-3 ПК-3.4-У ПК-3.4-В
Раздел 6. Персональная защита от молнии	12	2	-	6	4		ПК-3.4-3 ПК-3.4-У ПК-3.4-В
Курсовой проект	72	-	-	-	72	ОМ	ПК-3.4-3 ПК-3.4-У ПК-3.4-В
Экзамен	36	-	-	-	36	ОМ	ПК-3.4-3 ПК-3.4-У ПК-3.4-В
<b>ИТОГО</b>	<b>180</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>34</b>	<b>130</b>		

### 3. Тематический план лекционных занятий

#### 3.3. Содержание дисциплины

##### Раздел 1 Молния

История исследования молнии. Электричество атмосферы, грозовые облака и их структура. Классификация молний, электрические характеристик молний, лидерная и главная стадии разряда молнии, электромагнитные поля молнии, системы инициирования молний, статистические характеристики молний. Характеристики грозовой деятельности, поражаемость наземных объектов. Воздействия молнии на объект: электромагнитное, световое, газодинамическое, тепловое, ударная и звуковая волны, электродинамические силы.

##### Раздел 2 Молниеотводы

Принцип действия молниеотводов, их основные элементы – молниеприемники, токоотводы, заземления. Зоны защиты молниеотводов. Определение зон защиты по различным методикам. Заземления и заземлители. Характеристики грунта. Импульсные сопротивления заземлителей и импульсные коэффициенты для различных типов заземлителей. Допустимые расстояния.

### Раздел 3 Защитные аппараты

Принцип действия защитных аппаратов: искровых промежутков ПИ, трубчатых разрядников РТ, вентильных разрядников РВ, нелинейных ограничителей перенапряжений ОПН и длинноискровых разрядников РДИ. Их конструктивные особенности.

### Раздел 4 Молниезащита в электроэнергетических системах

Молниезащита энергетических объектов, принципы и методы расчета молниезащиты. Показатели грозоупорности линий электропередачи. Молниезащита оборудования станций и подстанций. Защита зданий и сооружений станций и подстанций от ПУМ. Защита оборудования подстанций от волн, набегающих с ВЛ. Молниезащита цифровых подстанций.

### Раздел 5 Молниезащита зданий и различных сооружений

Классификация сооружений по степени опасности поражения молнией. Различные способы молниезащиты зданий и сооружений и их внутреннего оборудования.

### Раздел 6 Персональная защита от молнии

Молниезащита и безопасность персонала электроэнергетических объектов и населения.

## **3.4. Тематический план практических занятий**

Решение задач по разделам 1- 6: Характеристики грозовой деятельности и поражаемость молний различных объектов. Свойства и характеристики молниеотводов. Защитные аппараты. Эффективность и способы молниезащиты в электроэнергетических системах. Эффективность и способы молниезащиты зданий и различных сооружений. Способы персональной защиты от молнии.

## **3.5. Тематический план лабораторных работ**

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

## **3.6. Курсовой проект /курсовая работа**

Курсовая работа на тему «Защита ОРУ электрической подстанции от прямых ударов молнии» имеет цель выполнить проектирование и расчет молниезащиты подстанции в соответствии с требованиями нормативных документов. Вариант студент определяет по порядковому номеру в списке группы. Курсовая работа состоит из: титульного листа, варианта задания, содержания, расчетной части, эскиза молниезащиты. Работа выполняется 14

кеглем через 1 интервал шрифтом «Times New Roman», поля по 2 см.

#### 4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-3	ПК-3.4	<b>Знать</b>				
		знает характеристики молнии и грозовой деятельности, основные виды воздействия молнии на поражаемые объекты, классификацию сооружений по степени опасности поражения молнией, принцип действия и конструкцию молниеотводов, принципы построения и методы расчета молниезащиты энергетических объектов, правила устройства электроустановок; современные способы и	знает характеристики молнии и грозовой деятельности, основные виды воздействия молнии на поражаемые объекты, классификацию сооружений по степени опасности поражения молнией, принцип действия и конструкцию молниеотводов,	знает характеристики молнии и грозовой деятельности, основные виды воздействия молнии на поражаемые объекты, классификацию сооружений по степени опасности поражения молнией, принцип действия и конструкцию молниеотводов,	знает характеристики молнии и грозовой деятельности, основные виды воздействия молнии на поражаемые объекты, классификацию сооружений по степени опасности поражения молнией, принцип действия и конструкцию молниеотводов,	знает характеристики молнии и грозовой деятельности, основные виды воздействия молнии на поражаемые объекты, классификацию сооружений по степени опасности поражения молнией, принцип действия и конструкцию молниеотводов,

		<p>устройства для молниезащиты и защиты от перенапряжений электроэнергетических и электротехнических объектов</p>	<p>принципы построения и методы расчета молниезащиты энергетических объектов, правила устройства электроустановок; современные способы и устройства для молниезащиты и защиты от перенапряжений энергетических и электротехнических объектов</p>	<p>принципы построения и методы расчета молниезащиты энергетических объектов, правила устройства электроустановок; современные способы и устройства для молниезащиты и защиты от перенапряжений энергетических и электротехнических объектов</p>	<p>молниеотводов, принципы построения и методы расчета молниезащиты энергетических объектов, правила устройства электроустановок; современные способы и устройства для молниезащиты и защиты от перенапряжений энергетических и электротехнических объектов</p>	<p>водов, принципы построения и методы расчета молниезащиты энергетических объектов, правила устройства электроустановок; современные способы и устройства для молниезащиты и защиты от перенапряжений энергетических и электротехнических объектов</p>
<p>уметь:</p>						
<p>Умеет рассчитывать зоны защиты тросовых и стержневых молниеотводов, выбирать заземления молниеотводов, рассчитывать вероятность поражения энергетических объектов ударами молнии, определять</p>	<p>Умеет рассчитывать зоны защиты тросовых и стержневых молниеотводов, выбирать заземления молниеотводов, рассчитывать</p>	<p>Умеет рассчитывать зоны защиты тросовых и стержневых молниеотводов, выбирать заземления молниеотводов, рассчитывать</p>	<p>Умеет рассчитывать зоны защиты тросовых и стержневых молниеотводов, выбирать заземления молниеотводов, рассчитывать</p>	<p>Умеет рассчитывать зоны защиты тросовых и стержневых молниеотводов, выбирать заземления молниеотводов, рассчитывать</p>		

		<p>эффективность молниезащиты линий электропередач и и подстанций, умеет принимать технические решения по составу проводимых работ по молниезащите</p>	<p>вероятность поражения энергетических объектов ударами молнии, определяют эффективность молниезащиты линий электропередачи и подстанций, умеет принимать технические решения по составу проводимых работ по молниезащите</p>	<p>вероятность поражения энергетических объектов ударами молнии, определяют эффективность молниезащиты линий электропередачи и подстанций, умеет принимать технические решения по составу проводимых работ по молниезащите</p>	<p>вероятность поражения энергетических объектов ударами молнии, определяют эффективность молниезащиты линий электропередачи и подстанций, умеет принимать технические решения по составу проводимых работ по молниезащите</p>	<p>вероятность поражения энергетических объектов ударами молнии, определяют эффективность молниезащиты линий электропередачи и подстанций, умеет принимать технические решения по составу проводимых работ по молниезащите</p>
		<p>владеть:</p>				
		<p>Владеет способностью применять современные способы и устройства для молниезащиты и защиты от перенапряжений электроэнергетических и электротехнических объектов</p>	<p>Владеет способностью применять современные способы и устройства для молниезащиты и защиты от перенапряжений электроэнергетических и электротехнических</p>	<p>Владеет способностью применять современные способы и устройства для молниезащиты и защиты от перенапряжений электроэнергетических и электротехнических</p>	<p>Владеет способностью применять современные способы и устройства для молниезащиты и защиты от перенапряжений электроэнергетических и электротехнических</p>	<p>Владеет способностью применять современные способы и устройства для молниезащиты и защиты от перенапряжений электроэнергетических и электротехнических</p>



			объектов	объектов	объектов	технически х объектов
--	--	--	----------	----------	----------	-----------------------------

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **5.1.1. Основная литература**

1. Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике : учебник для вузов / Дьяков А. Ф. , Максимов Б. К. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01114-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011140.html>

2. Лавров, Ю. А. Молниезащита : учебное пособие / Ю. А. Лавров, Н. Ф. Петрова. — Новосибирск : НГТУ, 2022. — 138 с. — ISBN 978-5-7782-4632-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/306296>

3. Лавров, Ю. А. Молниезащита : учебное пособие / Ю. А. Лавров, Н. Ф. Петрова. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2022. — 138 с. — ISBN 978-5-7782-4632-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/126506.html>

#### **5.1.2. Дополнительная литература**

1. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций / В. А. Егоров, Г. А. Котов, А. П. Ермаков, А. Н. Иванов. — Москва : ЭНАС, 2017. — 48 с. — ISBN 978-5-4248-0067-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/76137.html>

2. Правила устройства электроустановок: все действующие разделы и главы шестого и седьмого изданий . — Москва : ЭНАС, 2019. — 672 с. — ISBN 978-5-4248-0162-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/173340>

3. Стандарт организации ПАО «ФСК ЕЭС» Руководство по защите электрических сетей напряжением 110 – 750 кВ от грозовых и внутренних перенапряжений. СТО 56947007 – 29.240.01.221 – 2016 Сайт ПАО «ФСК ЕЭС» <http://www.fskees.ru/> стандарты организации

4. Молниезащита : учебное пособие / К.П.Чернов. - Казань : КГЭУ, 2006. - 154 с.

5. Молниезащита (примеры, задачи и расчетное задание) : учебное пособие / К. П. Чернов. - Казань : КГЭУ, 2010. - 68 с. - 3736.

6. Защита высоковольтного электрооборудования подстанций от грозовых перенапряжений : методические указания для лабораторной работы по дисциплине «Молниезащита» / сост. : С. Н. Горячкин, М. Е. Тихов ; ред. Г. А. Филиппов. - Иваново : ИГЭУ, 2020. - 32 с. - URL: <https://elib.ispu.ru/node/8349>.

7. Техника высоких напряжений: изоляция и перенапряжения : учебное пособие / Т. В. Лопухова, А. Е. Усачев, К. П. Чернов. - Казань : КГЭУ, 2014. - 211 с. - URL: <https://lib.kgeu.ru>. - 4726

## **5.2. Информационное обеспечение**

### **5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы**

1. Дистанционный курс "Молниезащита" на образовательной площадке LMS MOODLE <https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=1085>

5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/>
2. Российская национальная библиотека <http://nlr.ru/>
3. «Консультант плюс» <http://www.consultant.ru/>

5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

1. Windows 7 Профессиональная (Pro) Пользовательская операционная система; ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно;
2. Браузер Chrome Система поиска информации в сети интернет; Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно;
3. LMS Moodle ПО для эффективного онлайн- взаимодействия преподавателя и студента; Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно.

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение

## 7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www//kgeu.ru](http://www//kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения

о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);

- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);

- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;

- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;

- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении

профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного

отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

*Приложение к рабочей  
программе дисциплины*



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

Б1.В.ДЭ.02.03.03 Молниезащита

---

г. Казань, 2023





## 2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-3	ПК-3.4	Знать				
		знает характеристики молнии и грозовой деятельности, основные виды воздействия молнии на поражаемые объекты, классификацию сооружений по степени опасности поражения молнией, принцип действия и конструкцию молниеотводов, принципы построения и методы расчета молниезащиты энергетических объектов, правила устройства электроустановок; современные способы и устройства для молниезащиты и защиты от перенапряжений и электроэнергет	знает характеристики молнии и грозовой деятельности, основные виды воздействия молнии на поражаемые объекты, классификацию сооружений по степени опасности поражения молнией, принцип действия и конструкцию молниеотводов, принципы построения и методы расчета молниеза	знает характеристики молнии и грозовой деятельности, основные виды воздействия молнии на поражаемые объекты, классификацию сооружений по степени опасности поражения молнией, принцип действия и конструкцию молниеотводов, принципы построения и методы расчета молниеза	знает характеристики молнии и грозовой деятельности, основные виды воздействия молнии на поражаемые объекты, классификацию сооружений по степени опасности поражения молнией, принцип действия и конструкцию молниеотводов, принципы построения и методы расчета молниеза	знает характеристики молнии и грозовой деятельности, основные виды воздействия молнии на поражаемые объекты, классификацию сооружений по степени опасности поражения молнией, принцип действия и конструкцию молниеотводов, принципы построения и методы расчета молниеза

		ических и электротехнических объектов	щиты энергетических объектов, правила устройств а электроустановок; современные способы и устройств а для молниезащиты и защиты от перенапряжений электроэнергетических и электротехнических объектов	щиты энергетических объектов, правила устройств а электроустановок; современные способы и устройств а для молниезащиты и защиты от перенапряжений электроэнергетических и электротехнических объектов	расчета молниезащиты энергетических объектов, правила устройств а электроустановок; современные способы и устройств а для молниезащиты и защиты от перенапряжений электроэнергетических и электротехнических объектов	расчета молниезащиты энергетических объектов, правила устройств а электроустановок; современные способы и устройств а для молниезащиты и защиты от перенапряжений электроэнергетических и электротехнических объектов
уметь:						
		Умеет рассчитывать зоны защиты тросовых и стержневых молниеотводов , выбирать заземления молниеотводов , рассчитывать вероятность поражения энергетических объектов ударами молнии, определять эффективность молниезащиты линий электропередач и и подстанций,	Умеет рассчитывать зоны защиты тросовых и стержневых молниеотводов, выбирать заземления молниеотводов, рассчитывать вероятность поражения энергетических	Умеет рассчитывать зоны защиты тросовых и стержневых молниеотводов, выбирать заземления молниеотводов, рассчитывать вероятность поражения энергетических	Умеет рассчитывать зоны защиты тросовых и стержневых молниеотводов, выбирать заземления молниеотводов, рассчитывать вероятность поражения энергетических	Умеет рассчитывать зоны защиты тросовых и стержневых молниеотводов, выбирать заземления молниеотводов, рассчитывать вероятность поражения энергетических

		<p>умеет принимать технические решения по составу проводимых работ по молниезащите</p>	<p>объектов ударами молнии, определяют эффективность молниезащиты линий электропередачи и подстанций, умеет принимать технические решения по составу проводимых работ по молниезащите</p>	<p>объектов ударами молнии, определяют эффективность молниезащиты линий электропередачи и подстанций, умеет принимать технические решения по составу проводимых работ по молниезащите</p>	<p>объектов ударами молнии, определяют эффективность молниезащиты линий электропередачи и подстанций, умеет принимать технические решения по составу проводимых работ по молниезащите</p>	<p>объектов ударами молнии, определяют эффективность молниезащиты линий электропередачи и подстанций, умеет принимать технические решения по составу проводимых работ по молниезащите</p>
		<p>владеть:</p>				
		<p>Владеет способностью применять современные способы и устройства для молниезащиты и защиты от перенапряжений электроэнергетических и электротехнических объектов</p>	<p>Владеет способностью применять современные способы и устройства для молниезащиты и защиты от перенапряжений электроэнергетических и электротехнических объектов</p>	<p>Владеет способностью применять современные способы и устройства для молниезащиты и защиты от перенапряжений электроэнергетических и электротехнических объектов</p>	<p>Владеет способностью применять современные способы и устройства для молниезащиты и защиты от перенапряжений электроэнергетических и электротехнических объектов</p>	<p>Владеет способностью применять современные способы и устройства для молниезащиты и защиты от перенапряжений электроэнергетических и электротехнических объектов</p>

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение контрольных работ и тестовых заданий в семестре без ошибок и недочетов; глубокое понимание и умение применять физические законы для решения задач теоретического, экспериментального и прикладного характера, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение контрольных работ и тестовых заданий в семестре с минимальными ошибками и недочетами; понимание и умение применять физические законы для решения задач теоретического, экспериментального и прикладного характера, достаточно полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение контрольных работ и тестовых заданий в семестре с большим количеством ошибок и недочетов; минимальный набор навыков выполнения физических экспериментов, обработки и интерпретации их результатов.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение контрольных работ в семестре и отсутствие минимальных навыков выполнения физических экспериментов, обработки и интерпретации их результатов.

### 3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся	Темы проектов
Реферат (Рфр)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной	Темы рефератов

	(учебно-исследовательской) темы	
Доклад (Дкл), сообщение (Сбщ)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений
Экзамен	Оценочные материалы, вынесенные на экзамен, состоят из экзаменационных билетов с теоретическими вопросами и заданиями практического характера для проверки практических умений.	Перечень теоретических вопросов и комплект типовых задач

**4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины**  
 Проверяемая компетенция: Проверяемая компетенция: ОПК-1, ОПК-1.2

*Пример задания*

**Для текущего контроля ТК1:**

**Тест**

<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
Молния представляет собой:	1. Явление электрического разряда в атмосфере! 2. Явление электрического пробоя изоляции электроустановки 3. Явление электрического перекрытия гирлянды изоляторов воздушной линии электропередачи 4. Явление накопления зарядов в кучево-дождевых облаках
Какие типы молний в подавляющем большинстве поражают наземные объекты?	1. Линейные молнии между облаками и землей! 2. Линейные молнии между облаками 3. Шаровые молнии 4. Чёточные молнии
Какова полярность зарядов, переносимых в землю большинством молний?	1. Положительная 2. Отрицательная! 3. Положительная и отрицательная полярность в равной мере

*Пример задания*

**Для текущего контроля ТК2:**

**Тест**

<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
Минимальная длина защищенного подхода определяется из условия:	1. $l_{зп} = \frac{U_{50\%}}{a_{доп} \cdot \Delta\tau_{\phi}} !$ 2. $l_{зп} = \frac{U_{доп}}{a_{доп} \cdot \Delta\tau_{\phi}}$

	$3. l_{зп} = \frac{U_{50\%}}{a_{доп} \cdot \tau_{ф}}$ $4. l_{зп} = \frac{U_{доп}}{a_{кр} \cdot \tau_{ф}}$
Каким показателем характеризуется эффективность грозозащиты подстанций?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Числом лет безаварийной работы!</li> <li>2. Среднегодовым числом опасных импульсов, приходящих на подстанцию по воздушным ЛЭП</li> <li>3. Вероятностью обратных перекрытий гирлянд изоляторов</li> <li>4. Вероятностью прорывов молнии в зону защиты</li> </ol>
Что включает в себя внешняя молниезащитная система?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внешняя молниезащитная система в общем случае состоит из молниеприемников, токоотводов и заземлителей!</li> <li>2. Защитные аппараты на входе электропитания объекта</li> <li>3. Крыша, стены и фундамент здания</li> <li>4. Металлический забор вокруг здания</li> </ol>

### Темы докладов

1. Роль молниезащиты в обеспечении безопасности жизнедеятельности человека.
2. Понятие молниезащиты и основные элементы системы молниезащиты.
3. Электрические параметры молнии и их влияние на объекты и окружающую среду.
4. Формирование заземляющих устройств и их роль в системе молниезащиты.
5. Основные принципы эффективности систем молниезащиты.
6. Методы расчета параметров системы молниезащиты.
7. Системы молниезащиты для зданий и сооружений.
8. Молниезащита высоковольтного оборудования.
9. Защита электронных систем от молнии: возможности и ограничения.
10. Молниезащита на транспорте: особенности и требования к системам защиты.
11. Характеристики и эффективность молниезащитных материалов.
12. Использование геоинформационных систем при проектировании систем молниезащиты.
13. Экономическая эффективность и анализ затрат на молниезащиту.
14. Особенности проектирования молниезащиты в разных климатических зонах.
15. Испытания систем молниезащиты: методы и результаты.
16. Надежность работы систем молниезащиты и способы её контроля.
17. Моделирование электромагнитных полей в системах молниезащиты.
18. Законодательство и стандарты, регулирующие проектирование и эксплуатацию систем молниезащиты.

19. Развитие и перспективы современных технологий в области молниезащиты.

20. Программное обеспечение для анализа параметров систем молниезащиты.

## **Реферат (Рфр)**

### **Темы рефератов:**

1. Молниезащита зданий и сооружений.
2. Влияние молнии на электрические системы: риски и последствия.
3. Основные принципы конструкции систем молниезащиты.
4. Перспективные методы и технологии молниезащиты.
5. Разработка, проектирование и монтаж систем молниезащиты.
6. Испытания эффективности систем молниезащиты.
7. Электромагнитные воздействия и их влияние на работу молниезащитных систем.
8. Воздействие распределенных параметров сети электропитания на молниезащиту.
9. Обслуживание систем молниезащиты: периодические проверки и ремонт.
10. Предварительная оценка рисков при проектировании молниезащиты.
11. Методы оценки эффективности систем молниезащиты и принятие решений по их усовершенствованию.
12. Анализ действующих стандартов и регуляторных требований для систем молниезащиты.
13. Разработка программы мониторинга за состоянием систем молниезащиты.
14. Анализ оборудования и материалов, используемых в системах молниезащиты.
15. Использование программного обеспечения для анализа параметров систем молниезащиты.
16. Оценка географических особенностей при проектировании систем молниезащиты.
17. Применение эффективных материалов для защиты от молнии.
18. Оценка проблем, связанных с недостатками и неэффективностью систем молниезащиты.
19. Развитие современных технологий и методов молниезащиты.
20. Молниезащита на промышленных предприятиях.

## **Промежуточная аттестация ОМ:**

### **Вопросы к экзамену**

1. Общая характеристика молний
2. Электризация частиц и разделение зарядов в грозовых облаках
3. Процесс развития молнии

4. Классификация линейных молний
5. Основные электрические характеристики молнии
6. Статистические характеристики молнии
7. Избирательность поражаемости молнии
8. Опасные воздействия молнии на наземные объекты
9. Характеристики грозовой деятельности
10. Принцип действия молниеотводов
11. Характеристики зон защиты молниеотводов
12. Электрогеометрический метод расчета зон защиты молниеотводов
13. Практические методы расчета зон защиты молниеотводов
14. Зона защиты стержневого молниеотвода
15. Зона защиты тросового молниеотвода
16. Молниеприемники и токоотводы
17. Разновидности заземлителей
18. Характеристики основных конструкций заземлителей при стационарном воздействующем напряжении
19. Характеристики основных конструкций заземлителей при импульсном воздействующем напряжении
20. Допустимые расстояния между молниеотводом и защищаемым объектом
21. Защитные промежутки
22. Трубчатые разрядники
23. Вентильные разрядники
24. Длинно-искровые разрядники
25. Нелинейные ограничители перенапряжений
26. Грозовые перенапряжения на изоляции электрических сетей при прямых ударах молнии в воздушную ЛЭП
27. Индуцированные грозовые перенапряжения на изоляции воздушной ЛЭП
28. Грозоупорность воздушных ЛЭП на металлических опорах без защитных тросов
29. Грозоупорность воздушных ЛЭП на деревянных опорах без защитных тросов
30. Удар молнии в вершину опоры воздушной ЛЭП, защищенной тросом
31. Удар молнии в трос воздушной ЛЭП в середине пролета
32. Удар молнии в провод воздушной ЛЭП, защищенной тросом
33. Определение удельного числа отключений воздушных ЛЭП в результате грозовых перенапряжений
34. Определение общего и допустимого числа отключений воздушных ЛЭП в результате грозовых перенапряжений
35. Защита подстанций от прямых ударов молнии и её эффективность
36. Параметры импульсов грозовых перенапряжений, набегающих на подстанцию
37. Зависимость максимального напряжения на электрооборудовании станций от крутизны набегающего импульса перенапряжений и от



- расстояния до защитного аппарата
- 38.Интервал координации
  - 39.Защита подстанций от набегающих импульсов грозовых перенапряжений
  - 40.Минимальная длина защищенного подхода к подстанции
  - 41.Эффективность защиты электрооборудования подстанции
  - 42.Молниезащита комплектных подстанций 35–220 кВ, присоединённых к транзитным линиям с помощью отпаек
  - 43.Молниезащита электрических машин, присоединённых к воздушным ЛЭП
  - 44.Классификация зданий и сооружений по устройству молниезащиты
  - 45.Комплекс средств молниезащиты зданий и сооружений
  - 46.Молниезащита зданий и промышленных сооружений, относящихся к I категории
  - 47.Молниезащита зданий и промышленных сооружений, относящихся ко II категории
  - 48.Молниезащита зданий и промышленных сооружений, относящихся ко III категории
  - 49.Особенности молниезащиты высоких объектов
  - 50.Принципы защиты от вторичных воздействий молнии электрических и электронных систем
  - 51.Молниезащита внешних (установленных снаружи здания) электрических и электронных систем
  - 52.Молниезащита магистральных трубопроводов
  - 53.Молниезащита кабельных линий передачи магистральной и внутризональных сетей связи
  - 54.Персональная защита от молнии

## Курсовой проект (Кп)

Курсовой проект на тему: «Расчёт грозоупорности воздушной ЛЭП».

Исходными данными задания являются номинальное напряжение линии  $U_{ном}$ , степень загрязнения атмосферы, расчётное удельное сопротивление грунта  $\rho$ , тип опоры, длина линии  $L$ , длина пролёта линии  $l_n$ , число грозовых часов за год  $D_g$ , наличие или отсутствие резервирования и АПВ. Для каждого варианта задания эти данные приведены в табл. 2.1. Во всех вариантах расчётную кратность внутренних перенапряжений в электросети следует принять равной 2,5.

Варианты заданий

Вариант	$U_{ном}$ , кВ	Степень загрязнения	$\rho$ , Ом·м	Тип опор*	$L$ , км	$l_n$ , м	$D_g$ , ч/г	Резерв	АПВ
1	35	1	150	ж/б	20	125	30	Нет	Нет
2	110	1	120	мет.	50	240	25	Есть	Есть
3	220	1	170	мет.	125	490	35	Есть	Есть

4	35	2	130	ж/б	15	180	30	Есть	Нет
5	110	2	150	ж/б	24	235	35	Есть	Есть
6	220	2	170	мет.	50	310	30	Нет	Есть
7	35	3	180	ж/б	17	190	40	Есть	Нет
8	110	3	170	ж/б	35	255	45	Есть	Есть
9	220	3	190	мет.	45	430	40	Есть	Есть
10	35	1	200	ж/б	40	210	35	Есть	Нет
11	110	1	210	ж/б	54	210	40	Нет	Есть
12	220	1	200	ж/б	105	280	45	Есть	Есть
13	35	2	290	дер.	23	120	35	Есть	Нет
14	110	2	250	ж/б	70	235	40	Есть	Нет
15	220	2	200	мет.	125	435	40	Нет	Есть
16	35	3	180	мет	25	210	35	Есть	Есть
17	110	3	230	ж/б	24	235	45	Нет	Есть
18	220	3	210	мет.	35	355	40	Есть	Есть
19	35	1	250	ж/б	15	125	35	Есть	Есть
20	110	1	320	дер.	55	155	45	Нет	Есть
21	220	1	170	ж/б	65	310	40	Нет	Есть
22	35	2	190	ж/б	19	180	30	Нет	Есть
23	110	2	220	мет.	124	240	45	Нет	Есть
24	220	2	270	дер.	55	210	40	Нет	Есть
25	35	3	210	ж/б	12	125	45	Нет	Есть
26	110	3	230	ж/б	34	235	35	Нет	Есть
27	220	3	160	мет.	35	355	40	Нет	Есть

**Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год**

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1	4	10.04.2024	Молниезащита цифровых подстанций	.	.
2					
3					