

**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**  
**ФИЗИКА МОЛНИИ И МОЛНИЕЗАЩИТА**

|  |   |
|--|---|
| <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.19.02</b>   |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b> | <b>8 семестр - 3;</b>   |
| <b>Часов (всего) по учебному плану:</b>  | <b>108 часов</b>  |
| <b>Лекции</b>                            | <b>8 семестр - 28 часа;</b>                                     |
| <b>Практические занятия</b>              | <b>8 семестр - 14 часов;</b>                                    |
| <b>Лабораторные работы</b>               | <b>не предусмотрено учебным планом</b>                          |
| <b>Консультации</b>                      | <b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>             |
| <b>Самостоятельная работа</b>            | <b>8 семестр - 65,7 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>                          |   |
| <b>Контрольная работа</b>                |   |
| <b>Промежуточная аттестация:</b>         |   |
| <b>Зачет с оценкой</b>                   | <b>8 семестр - 0,3 часа;</b>                                    |

**Москва 2021**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

|  |  |                               |
|--|--|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|  | Владелец   | Темников А.Г.                 |
|  | Идентификатор                                      | Ra0abb123-TemnikovAG-2d4db00f |

(подпись)

А.Г. Темников

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

О.Н. Кузнецов

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедрой

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

В.Н. Тульский

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Цель освоения дисциплины состоит в изучении молнии, физических и инженерных основ молниезащиты и подготовке специалистов в области физики молнии и молниезащиты, способных выполнять исследования по физике молнии и молниезащиты и решать задачи молниезащиты промышленных объектов, зданий и сооружений, транспортных средств и коммуникаций.

### Задачи дисциплины

- – изучение характеристик молнии и грозовой деятельности, физических основ поражения молнией наземных объектов и летательных аппаратов, основных видов воздействия молнии на поражаемые объекты;;

- – освоение принципов действия и конструкции молниеотводов, принципов построения молниезащиты объектов различного назначения, методов повышения грозоупорности линий электропередачи и подстанций, особенностей молниезащиты зданий и промышленных сооружений, летательных аппаратов и транспортных средств;;

- – изучение методов расчета зон защиты тросовых и стержневых молниеотводов, выбора заземления молниеотводов, расчета вероятности поражения объектов ударами молнии и определения эффективности молниезащиты;;

- – приобретение навыков самостоятельного расчета молниезащиты энергетических объектов, промышленных и гражданских зданий и сооружений, анализа их грозоупорности;;

- – приобретение навыков принимать и научно обосновывать технические решения при разработке и проектировании устройств и систем молниезащиты наземных объектов и летательных аппаратов..

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:<br>- понятия и основные источники научно-технической информации по физике молнии, по воздействию молнии на поражаемые объекты, принципы действия и конструкции молниеотводов, действующую нормативную документацию в области молниезащиты энергетических объектов, промышленных зданий и транспорта, экспериментальные и расчетные методы определения эффективности молниезащиты электроэнергетических и других промышленных объектов, транспортных средств..<br><br>уметь:<br>- самостоятельно осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию в области физики молнии и молниезащиты наземных объектов и летательных аппаратов, выбирать необходимые конструкционные элементы молниезащиты, разбираться в |

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции                | Запланированные результаты обучения   |
|---|---|---|
|   |   | нормативных методиках расчета молниезащиты и применять их для решения поставленной задачи;.   |
| ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности | ИД-5 <sub>ПК-1</sub> Анализирует результаты расчетов и исследований | уметь:<br>- рассчитывать заземления молниеотводов, вероятности поражения объектов ударами молнии, эффективности молниезащиты энергетических объектов, промышленных и гражданских зданий и сооружений. |

## 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.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основные понятия теории вероятности;
- знать основные понятия теории электрического поля и его уравнения
- знать основные понятия теории электрических разрядов в газах
- уметь осуществлять поиск научно-технической информации в области техники высоких напряжений

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 3 зачетных единицы, 108 часов.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации           | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы |     |    |              |   |     |    |    |                   |                                   | Содержание самостоятельной работы/ методические указания  |   |
|-------|--|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|---|---|
|       |  |                       |         | Контактная работа  |     |    |              |   |     |    | СР |                   |                                   |   |   |
|       |  |                       |         | Лек  | Лаб | Пр | Консультация |   | ИКР |    | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль |   |   |
| КПР   | ГК   | ИККП                  | ТК      |  |     |    |              |   |     |    |    |                   |                                   |   |   |
| 1     | 2  | 3                     | 4       | 5  | 6   | 7  | 8            | 9 | 10  | 11 | 12 | 13                | 14                                | 15  |   |
| 1     | Физика молнии и ее характеристики                                | 8                     | 8       | 3  | -   | 1  | -            | - | -   | -  | -  | 4                 | -                                 | <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br/>Изучение материалов по разделу Физика молнии и ее характеристики и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br/>Изучение материала по разделу "Физика молнии и ее характеристики" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br/>[1], с. 266-271, с. 298-302<br/>[2], с. 453-500<br/>[3], с. 460-492, с. 496-500<br/>[4], с. 309-316, с. 336-342<br/>[6], с. 5-19, с. 23-28</p> |   |
| 1.1   | Физика молнии и ее характеристики                                | 8                     |         | 3  | -   | 1  | -            | - | -   | -  | -  | 4                 | -                                 |   |   |
| 2     | Характеристики грозовой деятельности. Опасные воздействия молнии | 9                     |         | 3  | -   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 4                                 |   | - |
| 2.1   | Характеристики грозовой деятельности. Опасные воздействия молнии | 9                     |         | 3  | -   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | -                 | 4                                 |   | - |

|     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | <b><u>источников:</u></b><br>[1], с. 26-29, с.272-277, с. 290-298<br>[2], с. 484-500<br>[3], с. 493-496, с. 500-507<br>[4], с. 32-42, с. 316-327<br>[6], с. 19-23, с. 29-59, с. 60-165, с. 167-175, с. 270-314<br>[7], с. 5-21, с. 79-94  |
| 3   | Молниеотводы.<br>Защитное действие<br>молниеотводов | 9 | 3 | - | 1 | - | - | - | - | - | 5 | - | <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу "Молниеотводы. Защитное действие молниеотводов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях   |
| 3.1 | Молниеотводы.<br>Защитное действие<br>молниеотводов | 9 | 3 | - | 1 | - | - | - | - | - | 5 | - | <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br>Изучение материалов по разделу Молниеотводы. Защитное действие молниеотводов и подготовка к контрольной работе<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], с. 277-298, с. 312-336<br>[3], с. 507-515<br>[4], с. 327-333, с. 342-362, с. 377-383, с. 587-593<br>[5], гл. 44, §44.3<br>[6], с. 176-202, с. 265-270<br>[7], с. 22-47<br>[10], с. 4-57<br>[11], с. 1-39 |
| 4   | Заземление<br>молниеотводов                         | 8 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 4 | - | <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу "Заземление молниеотводов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях  |
| 4.1 | Заземление<br>молниеотводов                         | 8 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 4 | - | <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br>Изучение материалов по разделу Заземление молниеотводов и подготовка к контрольной работе<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>   |

|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | [1], с. 312-336<br>[4], с. 587-593<br>[5], гл. 44, §44.3<br>[6], с. 194-202<br>[7], с. 39-47<br>[11], с. 1-39   |
| 5   | Молниезащита зданий и промышленных сооружений | 10 | 3 | - | 2 | - | - | - | - | - | 5 | - | <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу "Молниезащита зданий и промышленных сооружений" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях   |
| 5.1 | Молниезащита зданий и промышленных сооружений | 10 | 3 | - | 2 | - | - | - | - | - | 5 | - | <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br>Изучение материалов по разделу Молниезащита зданий и промышленных сооружений и подготовка к контрольной работе<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[6], с. 202-211<br>[7], с. 79-83  |
| 6   | Молниезащита воздушных линий электропередачи  | 13 | 3 | - | 3 | - | - | - | - | - | 7 | - | <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу "Молниезащита воздушных линий электропередачи" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях  |
| 6.1 | Молниезащита воздушных линий электропередачи  | 13 | 3 | - | 3 | - | - | - | - | - | 7 | - | <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br>Изучение материалов по разделу Молниезащита воздушных линий электропередачи и подготовка к контрольной работе<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], с. 21-26, с. 282-283<br>[4], с. 333-336, с. 362-377, с. 383-386, с. 431-437, с. 601-605<br>[5], гл. 44, §44.4-44.5<br>[6], с. 211-225<br>[7], с. 47-78<br>[8], гл. 13, гл. 14 |

|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                                 |   |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------------------------------|---|
|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | [10], с. 4-57<br>[11], с. 20-33 |   |
| 7   | Молниезащита электрических станций и подстанций | 11 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | 5 | -                               | <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу "Молниезащита электрических станций и подстанций" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях   |
| 7.1 | Молниезащита электрических станций и подстанций | 11 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | 5 | -                               | <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br>Изучение материалов по разделу Молниезащита электрических станций и подстанций и подготовка к контрольной работе<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], с. 21-26, с. 282-283<br>[4], с. 333-336, с. 362-377, с. 383-386, с. 431-437, с. 601-605<br>[5], гл. 44, §44.4-44.5<br>[6], с. 211-225<br>[7], с. 47-78<br>[8], гл. 13, гл. 14<br>[10], с. 4-57<br>[11], с. 20-33 |
| 8   | Молниезащита транспортных средств               | 6  | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | 4 | -                               | <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу "Молниезащита транспортных средств"  |
| 8.1 | Молниезащита транспортных средств               | 6  | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | 4 | -                               | подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br>Изучение материалов по разделу Молниезащита транспортных средств и подготовка к контрольной работе<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[6], с. 225-228<br>[7], с. 84-86, с. 90-91  |
| 9   | Молниезащита летательных аппаратов              | 10 | 3 | - | 1 | - | - | - | - | - | - | 6 | -                               | <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br>Изучение материалов по разделу Молниезащита летательных аппаратов и   |



|      |                                    |              |  |           |          |           |          |          |          |          |            |             |             |  |
|------|------------------------------------|--------------|--|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|------------|-------------|-------------|--|
| 9.1  | Молниезащита летательных аппаратов | 10           |  | 3         | -        | 1         | -        | -        | -        | -        | -          | 6           | -           | подготовка к контрольной работе<br><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу "Молниезащита летательных аппаратов"<br>подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[6], с. 165-166, с. 229-235, с. 240-262<br>[7], с. 86-90, с. 92-94<br>[9], с. 96-114 |
| 10   | Специальные вопросы молниезащиты   | 6            |  | 2         | -        | -         | -        | -        | -        | -        | -          | 4           | -           | <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br>Изучение материалов по разделу   |
| 10.1 | Специальные вопросы молниезащиты   | 6            |  | 2         | -        | -         | -        | -        | -        | -        | -          | 4           | -           | Специальные вопросы молниезащиты и подготовка к контрольной работе<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[6], с. 236-239<br>[7], с. 95-98   |
|      | Зачет с оценкой                    | 18.0         |  | -         | -        | -         | -        | -        | -        | -        | 0.3        | -           | 17.7        |  |
|      | <b>Всего за семестр</b>            | <b>108.0</b> |  | <b>28</b> | <b>-</b> | <b>14</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>0.3</b> | <b>48</b>   | <b>17.7</b> |  |
|      | <b>Итого за семестр</b>            | <b>108.0</b> |  | <b>28</b> | <b>-</b> | <b>14</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>0.3</b> | <b>65.7</b> |             |  |

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

## **3.2 Краткое содержание разделов**

### 1. Физика молнии и ее характеристики

#### 1.1. Физика молнии и ее характеристики

Молния и ее характеристики. Шаровая молния. Электричество атмосферы. Структура грозового облака. Классификация линейных молний. Феноменология развития нисходящей отрицательной молнии. Методы исследования молнии, определения места удара молнии и ее параметров. Системы пеленгации молнии. Электрические характеристики молнии. Характеристики лидерной и главной стадии. Статистический характер параметров молнии..

### 2. Характеристики грозовой деятельности. Опасные воздействия молнии

#### 2.1. Характеристики грозовой деятельности. Опасные воздействия молнии

Характеристики грозовой деятельности. Поражаемость наземных объектов и летательных аппаратов. Опасные воздействия молнии. Общая характеристика электромагнитных, газодинамических, тепловых и электродинамических воздействий молнии..

### 3. Молниеотводы. Защитное действие молниеотводов

#### 3.1. Молниеотводы. Защитное действие молниеотводов

Молниеотводы. Основные элементы молниеотводов. Защитное действие и зоны защиты молниеотводов. Определение зон защиты по экспериментальному, электрогеометрическому и вероятностному методу. Зоны защиты одиночных стержневых и тросовых молниеотводов. Двойные и многократные молниеотводы..

### 4. Заземление молниеотводов

#### 4.1. Заземление молниеотводов

Заземление молниеотводов. Назначение заземления. Естественные и искусственные заземлители. Расчет стационарного сопротивления заземлителей простейшего типа. Роль и характеристики удельного сопротивления грунта. Импульсное сопротивление заземлителя. Импульсные коэффициенты сосредоточенных и протяженных заземлителей. Коэффициент использования заземлителя. Сопротивление заземлителя в виде сетки..

### 5. Молниезащита зданий и промышленных сооружений

#### 5.1. Молниезащита зданий и промышленных сооружений

Молниезащита зданий и промышленных сооружений. Классификация зданий и сооружений по степени опасности поражения молнией. Молниезащита объектов I, II и III категории. Особенности молниезащиты взрывоопасных и пожароопасных объектов. Молниезащита сельскохозяйственных объектов..

### 6. Молниезащита воздушных линий электропередачи

#### 6.1. Молниезащита воздушных линий электропередачи

Молниезащита энергетических объектов. Основные принципы и методы расчета молниезащиты воздушных линий (ВЛ) электропередачи и показатели их грозоупорности. Грозовые отключения ВЛ. Грозовые отключения ВЛ, защищаемых тросовыми молниеотводами. Кривая опасных параметров. Грозовые отключения ВЛ на металлических, железобетонных и деревянных опорах без тросовой защиты. Грозовые отключения ВЛ при индуцированных перенапряжениях..

## 7. Молниезащита электрических станций и подстанций

### 7.1. Молниезащита электрических станций и подстанций

Молниезащита электрических станций и подстанций. Защита от прямых ударов молнии. Места установки молниеотводов на электрических станциях и подстанциях. Расчет эффективности защиты подстанции от прямых ударов молнии. Защита подстанции от импульсов грозовых перенапряжений, набегающих с линии. Параметры набегающего импульса. Использование защитных аппаратов. Защищенный подход к подстанции. Определение длины защищенного подхода. Эффективность молниезащиты подстанции..

## 8. Молниезащита транспортных средств

### 8.1. Молниезащита транспортных средств

Молниезащита транспортных средств. Защита контактной сети и электрооборудования подвижного состава электрифицированных железных дорог. Молниезащита морских и речных судов. Молниезащита магистральных трубопроводов..

## 9. Молниезащита летательных аппаратов

### 9.1. Молниезащита летательных аппаратов

Молниезащита летательных аппаратов. Особенности поражения молнией летательных аппаратов. Особенности молниезащиты носовых обтекателей самолетов..

## 10. Специальные вопросы молниезащиты

### 10.1. Специальные вопросы молниезащиты

Особенности молниезащиты ветровых электростанций. Допустимые расстояния между элементами молниеотвода и защищаемыми объектами. Безопасность служебного персонала и населения. Персональная защита от ударов молнии..

## **3.3. Темы практических занятий**

1. Расчет эффективности молниезащиты электрических станций и подстанций. Расчет числа лет безаварийной работы подстанции. Расчет длины защищенного подхода к подстанции.;
2. Определение параметров грозовых облаков и молнии. Определение параметров нисходящего отрицательного лидера молнии. Расчет электромагнитного поля, создаваемого на поверхности земли молнией.;
3. Определение места удара и параметров главной стадии разряда молнии.;
4. Определение вероятности опасного воздействия молнии на объекты: повышения температуры проводников, возможности прожога металлических стенок резервуаров.;
5. Расчет среднегодового числа ударов молнии в наземные объекты (подстанции, линии электропередачи и др.). Расчет эффективности защиты наземного объекта от прямых ударов молнии по эмпирическим зависимостям, электрогеометрическому и вероятностному методу.;
6. Определение стационарного и импульсного сопротивления сосредоточенных и протяженных заземлителей молниеотводов.;
7. Расчет параметров молниезащиты взрывоопасных объектов. Расчет допустимых расстояний между элементами молниеотвода и объектом.;
8. Расчет эффективности молниезащиты воздушных линий электропередачи на металлических, железобетонных и деревянных опорах.;

## 9. Расчет молниепоражаемости летательных аппаратов..

### 3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

### 3.5 Консультации

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Физика молнии и ее характеристики"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Характеристики грозовой деятельности. Опасные воздействия молнии"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Молниеотводы. Защитное действие молниеотводов"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Заземление молниеотводов"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Молниезащита зданий и промышленных сооружений"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Молниезащита воздушных линий электропередачи"
7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Молниезащита электрических станций и подстанций"
8. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Молниезащита транспортных средств"
9. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Молниезащита летательных аппаратов"
10. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Специальные вопросы молниезащиты"

### 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<br>(в соответствии с разделом 1)  | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) |   |   |   |   |   |   |   |   |    | Оценочное средство<br>(тип и наименование) |  |
|---|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--|--|
|   |                  | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |  |  |
| <b>Знать:</b>   |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |  |
| понятия и основные источники научно-технической информации по физике молнии, по воздействию молнии на поражаемые объекты, принципы действия и конструкции молниеотводов, действующую нормативную документацию в области молниезащиты энергетических объектов, промышленных зданий и транспорта, экспериментальные и расчетные методы определения эффективности молниезащиты электроэнергетических и других промышленных объектов, транспортных средств. | ИД-1ПК-1         | +   | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | Контрольная работа/Контрольная работа №1<br><br>Контрольная работа/Контрольная работа №2<br><br>Контрольная работа/Контрольная работа №3 |
| <b>Уметь:</b>   |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |  |
| самостоятельно осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию в области физики молнии и молниезащиты наземных объектов и летательных аппаратов, выбирать необходимые конструкционные элементы молниезащиты, разбираться в нормативных методиках расчета молниезащиты и применять их для решения поставленной задачи;  | ИД-1ПК-1         |   | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | Контрольная работа/Контрольная работа №1<br><br>Контрольная работа/Контрольная работа №2<br><br>Контрольная работа/Контрольная работа №3 |
| рассчитывать заземления молниеотводов, вероятности поражения объектов ударами молнии, эффективности молниезащиты энергетических объектов, промышленных и гражданских зданий и сооружений  | ИД-5ПК-1         |   |   | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | Контрольная работа/Контрольная работа №2<br><br>Контрольная работа/Контрольная работа №3   |

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

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

**8 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

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

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Зачет с оценкой (Семестр №8)

Используется только промежуточная аттестация

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

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

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

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

1. Дьяков А. Ф., Максимов Б. К., Борисов Р. К., Кужекин И. П.- "Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2016 - (543 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72336](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72336);
2. Электрофизические основы техники высоких напряжений : учебник для вузов по направлению "Электроэнергетика" / И. М. Бортник, [и др.] ; Общ. ред. И. П. Верещагин . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Издательский дом МЭИ, 2010 . – 704 с. - ISBN 978-5-383-00195-0 .  
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=4208>;
3. Электрофизические основы техники высоких напряжений : учебник для вузов по направлению "Электроэнергетика" / И. М. Бортник, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") ; общ. ред. И. П. Верещагин . – 3-е изд., перераб. и доп . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 732 с. - Победитель Всероссийского конкурса рукописей учебной, научно-технической и справочной литературы по энергетике 2017 года . - ISBN 978-5-7046-1938-3 .  
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10742>;
4. Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике : учебное пособие для реализации основных образовательных программ высшего образования по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / А. Ф. Дьяков, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") ; общ. ред. Б. К. Максимов . – 3-е изд., перераб. и доп . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 688 с. - Победитель Всероссийского конкурса рукописей учебной, научно-технической и справочной литературы по энергетике 2017 года . - ISBN 978-5-7046-1994-9 .  
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10735>;
5. Электротехнический справочник: В 4 т. Т.3. Производство, передача и распределение электрической энергии / и др. ; Ред. В. Г. Герасимов ; Гл. ред. И. Н. Орлов . – 8-е изд., испр. и доп . – М. : Изд-во МЭИ, 2002 . – 964 с. - ISBN 5-7046-0750-0 .;

6. Кужекин, И. П. Молния и молниезащита / И. П. Кужекин, В. П. Ларионов, Е. Н. Прохоров . – М. : Знак, 2003 . – 330 с. - ISBN 5-87789-028-X .;
7. Ларионов, В. П. Основы молниезащиты / В. П. Ларионов ; Ред. И. М. Бортник . – М. : Знак, 1999 . – 104 с.;
8. Электрические сети сверх- и ультравысокого напряжения ЕЭС России. Теоретические и практические основы. В 3-х томах / общ. ред. А. Ф. Дьяков . – М. : Энергопрогресс, 2012 . - ISBN 978-5-905918-04-9 . Т.1 : Электропередачи переменного тока / А. Ф. Дьяков, [и др.] ; общ. ред. А. Ф. Дьяков . – 2012 . – 696 с. - ISBN 978-5-905918-01-8 .;
9. Соколова, М. В. Поверхностный электрический разряд в электротехнологических устройствах и изоляционных конструкциях : учебное пособие по направлениям "Электроэнергетика", "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / М. В. Соколова, С. А. Кривов, А. Г. Темников, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Издательский дом МЭИ, 2012 . – 84 с. - ISBN 978-5-383-00672-6 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=3568>;
10. Калугина, И. Е. Методы исследования поражаемости наземных объектов молнией : учебное пособие по курсам "Физика молнии и молниезащита", "Спецвопросы физики молнии и молниезащиты наземных объектов и летательных аппаратов" и др. по направлениям "Электроэнергетика и электротехника" и др. / И. Е. Калугина, А. Г. Темников, С. В. Гундарева, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 60 с. - ISBN 978-5-7046-1878-2 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=9509>;
11. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций / Э. М. Базелян, Н. С. Берлина, Р. К. Борисов, и др., М-во энерг. Рос. Федерации . – М. : Изд-во МЭИ, 2004 . – 57 с. - ISBN 5-7046-1014-5 ..

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

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

## **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. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elibr.mpei.ru/login.php>
6. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
7. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
8. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
9. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
10. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
11. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
12. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения   | Номер аудитории, наименование                                  | Оснащение   |
|---|--|---|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Д-205, Учебная аудитория                                       | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая                             |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП          | Д-205, Учебная аудитория                                       | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая                             |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации               | Д-205, Учебная аудитория                                       | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая                             |
| 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  | Д-205, 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

## Физика молнии и молниезащита

(название дисциплины)

## 8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Контрольная работа №1 (Контрольная работа)

КМ-2 Контрольная работа №2 (Контрольная работа)

КМ-3 Контрольная работа №3 (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

| Номер раздела | Раздел дисциплины  | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 |
|---------------|--|------------|------|------|------|
|               |  | Неделя КМ: | 4    | 9    | 13   |
| 1             | Физика молнии и ее характеристики                                |            |      |      |      |
| 1.1           | Физика молнии и ее характеристики                                |            | +    | +    | +    |
| 2             | Характеристики грозовой деятельности. Опасные воздействия молнии |            |      |      |      |
| 2.1           | Характеристики грозовой деятельности. Опасные воздействия молнии |            | +    | +    | +    |
| 3             | Молниеотводы. Защитное действие молниеотводов                    |            |      |      |      |
| 3.1           | Молниеотводы. Защитное действие молниеотводов                    |            | +    | +    | +    |
| 4             | Заземление молниеотводов   |            |      |      |      |
| 4.1           | Заземление молниеотводов   |            | +    | +    | +    |
| 5             | Молниезащита зданий и промышленных сооружений                    |            |      |      |      |
| 5.1           | Молниезащита зданий и промышленных сооружений                    |            | +    | +    | +    |
| 6             | Молниезащита воздушных линий электропередачи                     |            |      |      |      |
| 6.1           | Молниезащита воздушных линий электропередачи                     |            | +    | +    | +    |
| 7             | Молниезащита электрических станций и подстанций                  |            |      |      |      |
| 7.1           | Молниезащита электрических станций и подстанций                  |            | +    | +    | +    |
| 8             | Молниезащита транспортных средств                                |            |      |      |      |

|            |                                    |    |    |    |
|------------|------------------------------------|----|----|----|
| 8.1        | Молниезащита транспортных средств  | +  | +  | +  |
| 9          | Молниезащита летательных аппаратов |    |    |    |
| 9.1        | Молниезащита летательных аппаратов | +  | +  | +  |
| 10         | Специальные вопросы молниезащиты   |    |    |    |
| 10.1       | Специальные вопросы молниезащиты   | +  | +  | +  |
| Вес КМ, %: |                                    | 20 | 40 | 40 |