

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Техника и электрофизика высоких напряжений

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**СПЕЦВОПРОСЫ ФИЗИКИ МОЛНИИ И МОЛНИЕЗАЩИТЫ**  
**НАЗЕМНЫХ ОБЪЕКТОВ И ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	1 семестр - 32 часа;
Практические занятия	1 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	1 семестр - 16 часов;
Консультации	1 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	1 семестр - 113,5 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	1 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2020**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Темников А.Г.
	Идентификатор	Ra0abb123-TemnikovAG-2d4db00

(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	Лебедева Н.А.
	Идентификатор	R75716a03-LebedevaNA-9930664

(подпись)

Н.А. Лебедева

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Темников А.Г.
	Идентификатор	Ra0abb123-TemnikovAG-2d4db00

(подпись)

А.Г. Темников

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** состоит в изучении физики процессов и механизмов, характеризующих формирование электрически активных облаков, инициирование и распространение разряда молнии и поражения молнией наземных объектов и летательных аппаратов, специфики воздействия молнии и специальных вопросов физики молнии и молниезащиты наземных объектов и летательных аппаратов

### Задачи дисциплины

- освоение основных электрофизических аспектов формирования разряда молнии, методов определения параметров молнии и специфики поражения молнией наземных объектов и летательных аппаратов;
- освоение специфики и особенностей воздействия грозовых облаков и молнии на промышленные объекты (в т.ч. энергетические, пожаро- и взрывоопасные), летательные аппараты, транспортные средства и коммуникации;
- приобретение навыков классификации сооружений по степени опасности поражения молнией;
- освоение актуальной отечественной и зарубежной нормативной базы в области молниезащиты наземных объектов и летательных аппаратов;
- освоение современных и перспективных экспериментальных и расчетных методов определения молниепоражаемости наземных объектов и летательных аппаратов и эффективности молниезащиты;
- освоение принципов проведения исследований и разработки перспективных методов и средств молниезащиты наземных объектов и летательных аппаратов;
- освоение современных и перспективных подходов к организации молниезащиты объектов электроэнергетики, пожаро- и взрывоопасных зданий сооружений, летательных аппаратов, транспортных средств и коммуникаций;
- приобретение навыков принимать и научно обосновывать современные и перспективные технические решения при разработке и проектировании 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 принимать участие в проведении научных исследований в области объектов профессиональной деятельности (техники и электрофизики высоких напряжений)	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует понимание научных проблем в области физики молнии и молниезащиты и путей их решения	знать: - основные и специальные проблемы, цели и задачи, решаемые при исследовании физики молнии и разработке средств молниезащиты наземных объектов различного назначения и летательных аппаратов; - понятия и основные источники научной и технической информации по теории электричества атмосферы и физике молнии, экспериментальным и теоретическим исследованиям проблем физики молнии и молниезащиты, по особенностям и специфике воздействия молнии на наземные объекты и летательные аппараты, по нормативной документации и типовым и специальным методам расчета и

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<p>способам организации молниезащиты объектов различного назначения;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные экспериментальные и теоретические методы определения эффективности и проектирования молниезащиты наземных объектов и летательных аппаратов.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно формулировать цели и задачи в области исследований современных проблем физики молнии и молниезащиты наземных объектов и летательных аппаратов;</li> <li>- самостоятельно анализировать научно-техническую информацию о существующих и перспективных способах исследования физики молнии, методах и устройствах молниезащиты наземных объектов различного назначения и летательных аппаратов и предлагать варианты решений в области проблем физики молнии и молниезащиты наземных объектов и летательных аппаратов;</li> <li>- организовывать исследования в области физики молнии и молниезащиты и применять современные экспериментальные и теоретические методы определения эффективности молниезащиты наземных объектов и летательных аппаратов.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Техника и электрофизика высоких напряжений (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

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 5 зачетных единиц, 180 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	Современные представления об электричестве атмосферы и грозовых облаках	12	1	3	1	1	-	-	-	-	-	7	-	<p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лабораторной работы №1</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Современные представления об электричестве атмосферы и грозовых облаках", подготовка к контрольной работе №1</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 453-483 [2], 266-269 [3], 309-314 [4], 460-492 [6], 11-14</p>
1.1	Современные представления об электричестве атмосферы и грозовых облаках	12		3	1	1	-	-	-	-	-	7	-	
2	Современные представления о физике молнии	16		4	3	1	-	-	-	-	-	8	-	
2.1	Современные представления о физике молнии	16		4	3	1	-	-	-	-	-	8	-	

													[3], 314-316, 336-342 [4], 496-500 [6], 5-11, 14-19, 23-28
3	Характеристики грозовой активности и молнии	12	3	1	1	-	-	-	-	-	7	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Характеристики грозовой активности и молнии", подготовка к контрольной работе №1
3.1	Характеристики грозовой активности и молнии	12	3	1	1	-	-	-	-	-	7	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка темы лекции, выполнение и подготовка к защите лабораторной работы №1 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 484-500 [2], 272-277 [3], 316-327 [4], 493-496, 500-507 [6], 19-23, 29-59, 60-69 [8], 5-21
4	Опасные воздействия молнии на наземные объекты и летательные аппараты	12	2	1	2	-	-	-	-	-	7	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по текущему разделу, подготовка к контрольной работе №2 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
4.1	Опасные воздействия молнии на наземные объекты и летательные аппараты	12	2	1	2	-	-	-	-	-	7	-	[2], 26-29, 290-298 [3], 32-42 [6], 69-80, 81-130, 131-165, 167-175, 270-314 [8], 79-94
5	Поражаемость наземных объектов молнией и современные методы защиты объектов от прямых ударов молнии	20	4	4	3	-	-	-	-	-	9	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка темы лекции, подготовка к защите лабораторных работ №2 и №3 <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по текущему разделу, подготовка к контрольной работе №2 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
5.1	Поражаемость наземных объектов молнией и	20	4	4	3	-	-	-	-	-	9	-	[2], 277-298, 312-336 [3], 327-333, 342-362, 377-383

	современные методы защиты объектов от прямых ударов молнии												[4], 507-515 [5], п. 44.3 [6], 176-193, 265-270 [7], 1-39 [8], 22-39 [10], 4-57
6	Специальные вопросы заземления молниеводов	11	3	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по текущему разделу, подготовка к контрольной работе №2
6.1	Специальные вопросы заземления молниеводов	11	3	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 312-336 [3], 587-593 [5], п. 44.3 [6], 194-202 [7], 1-39 [8], 39-47
7	Специальные вопросы молниезащиты пожаро- и взрывоопасных зданий и сооружений	14	3	1	2	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка темы лекции, подготовка к защите лабораторных работ №2 и №3 <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по текущему разделу, подготовка к контрольной работе №3
7.1	Специальные вопросы молниезащиты пожаро- и взрывоопасных зданий и сооружений	14	3	1	2	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [6], 202-211 [8], 79-83
8	Специальные вопросы молниезащиты электроэнергетических объектов	19	4	4	3	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по текущему разделу, подготовка к контрольной работе №3 <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b>
8.1	Специальные вопросы молниезащиты электроэнергетических объектов	19	4	4	3	-	-	-	-	-	8	-	Проработка темы лекции, подготовка к защите лабораторных работ №2 и №3 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 21-26, 282-283 [5], п. 44.4-44.5 [6], 211-225 [7], 20-33

													[8], 47-78 [9], п. 13-14 [10], 4-57
9	Специальные вопросы молниезащиты наземных и водных транспортных систем	8	2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по текущему разделу, подготовка к контрольной работе №3 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
9.1	Специальные вопросы молниезащиты наземных и водных транспортных систем	8	2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	[6], 225-228 [8], 84-86, 90-91
10	Специальные вопросы молниезащиты летательных аппаратов	14	2	1	1	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по текущему разделу, подготовка к контрольной работе №3 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
10.1	Специальные вопросы молниезащиты летательных аппаратов	14	2	1	1	-	-	-	-	-	10	-	[6], 165-166, 229-235, 240-262 [8], 86-90, 92-94 [11], 96-114
11	Особенности персональной защиты от молнии	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по текущему разделу, подготовка к контрольной работе №3 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>
11.1	Особенности персональной защиты от молнии	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	[6], 236-239 [8], 95-98
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>180.0</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	-	<b>2</b>	-	-	<b>0.5</b>	<b>80</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>180.0</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>2</b>		<b>-</b>	<b>0.5</b>		<b>113.5</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. Современные представления об электричестве атмосферы и грозовых облаках

#### 1.1. Современные представления об электричестве атмосферы и грозовых облаках

Основные понятия электричества атмосферы. Механизмы электризации аэрозольных частиц и электрофизические характеристики различных типов облаков. Грозовые облака и их характеристики. Современное состояние теории грозы..

### 2. Современные представления о физике молнии

#### 2.1. Современные представления о физике молнии

Молния: виды и принципы классификации. Современные представления о феноменологии и электрофизических механизмах формирования разряда молнии. Разрядные явления над грозовыми облаками. Гипотезы инициирования молнии. Методы исследования молнии и определения ее характеристик. Использование искусственных грозовых облаков для исследования физики молнии. Методы искусственного инициирования молнии в грозовых облаках..

### 3. Характеристики грозовой активности и молнии

#### 3.1. Характеристики грозовой активности и молнии

Современные системы дистанционного определения грозовой активности, места удара и параметров разряда молнии. Характеристики грозовой деятельности. Характеристики стадий разряда молнии. Характеристики молнии для инженерного приложения. Статистический характер параметров грозовой деятельности и молнии..

### 4. Опасные воздействия молнии на наземные объекты и летательные аппараты

#### 4.1. Опасные воздействия молнии на наземные объекты и летательные аппараты

Специфика и опасность прямого и косвенного воздействия молнии на наземные объекты и летательные аппараты. Общая характеристика электромагнитных, газодинамических, тепловых и электродинамических воздействий молнии. Методы испытания наземных объектов и летательных аппаратов на молниестойкость..

### 5. Поражаемость наземных объектов молнией и современные методы защиты объектов от прямых ударов молнии

#### 5.1. Поражаемость наземных объектов молнией и современные методы защиты объектов от прямых ударов молнии

Специальные вопросы физики процесса поражения молнией наземных объектов. Понятие молниеотвода и его защитного действия. Конструкции современных молниеотводов и требования к ним. Современные методы определения поражаемости наземных объектов молнией и зон защиты молниеотводов. Специфика и перспективы экспериментального, электрогеометрического и вероятностного метода расчета поражаемости наземных объектов молнией и эффективности защиты от прямых ударов молнии. Методы искусственного и активного воздействия на процесс поражения молнией наземных объектов..

### 6. Специальные вопросы заземления молниеотводов

#### 6.1. Специальные вопросы заземления молниеотводов

Назначение и специфика заземления молниеотводов. Электрофизические процессы в грунте при растекании импульсных токов молнии. Понятие естественного и искусственного заземлителя молниезащиты. Типовые и специальные конструкции заземлителей молниеотводов и их характеристики. Методы расчета импульсного сопротивления заземлителя. Современные подходы к снижению импульсного сопротивления заземления молниеотвода..

## 7. Специальные вопросы молниезащиты пожаро- и взрывоопасных зданий и сооружений

7.1. Специальные вопросы молниезащиты пожаро- и взрывоопасных зданий и сооружений

Особенности процесса поражения молнией пожаро- и взрывоопасных объектов. Специфика и классификация молниезащиты взрывоопасных зданий, промышленных сооружений и коммуникаций. Современные нормативные документы по устройству молниезащиты пожаро- и взрывоопасных зданий и сооружений. Существующие и перспективные методы организации молниезащиты пожаро- и взрывоопасных объектов..

## 8. Специальные вопросы молниезащиты электроэнергетических объектов

8.1. Специальные вопросы молниезащиты электроэнергетических объектов

Специальные вопросы молниезащиты воздушных линий электропередачи. Особенности молниезащиты воздушных линий электропередачи, оборудованных тросовой защитой. Специфика молниезащиты воздушных линий электропередачи без тросовых молниеотводов. Специальные вопросы применения современных защитных аппаратов на воздушных линиях электропередачи для повышения эффективности молниезащиты. Специальные вопросы молниезащиты электрических станций и подстанций. Специфика защиты электрических станций и подстанций от прямых ударов молнии и импульсов грозовых перенапряжений, набегающих с линии. Специальные вопросы молниезащиты ветровых электростанций..

## 9. Специальные вопросы молниезащиты наземных и водных транспортных систем

9.1. Специальные вопросы молниезащиты наземных и водных транспортных систем

Специфика воздействия молнии на наземные и водные транспортные средства. Особенности молниезащиты железнодорожной транспортной сети. Специальные вопросы молниезащиты морских и речных судов. Специальные вопросы молниезащиты магистрального трубопроводного транспорта..

## 10. Специальные вопросы молниезащиты летательных аппаратов

10.1. Специальные вопросы молниезащиты летательных аппаратов

Специальные вопросы молниезащиты летательных аппаратов. Физика процесса поражения молнией летательных аппаратов. Особенности молниезащиты носовых обтекателей самолетов и конструктивных элементов, выполненных из композиционных материалов. Особенности обеспечения электромагнитной совместимости летательных аппаратов..

## 11. Особенности персональной защиты от молнии

11.1. Особенности персональной защиты от молнии

Специфика воздействия молнии на человека. Специальные вопросы персональной защиты от молнии и обеспечения безопасности служебного персонала и населения..

### 3.3. Темы практических занятий

1. 1. Определение параметров грозовых облаков и молнии. Расчет электромагнитного поля, создаваемого на поверхности земли молнией. Определение вероятности опасного воздействия молнии на объекты. (3 часа).;
2. 2. Контрольная работа №1: параметры грозовых облаков и молнии. (1 час).;
3. 3. Определение среднегодового числа ударов молнии в наземные объекты. Расчет эффективности защиты наземного объекта от прямых ударов молнии по эмпирическим зависимостям, электрогеометрическому и вероятностному методу. (2 часа).;
4. 4. Определение стационарного и импульсного сопротивления естественных и искусственных заземлителей молниеотводов. (2 часа).;
5. 5. Контрольная работа №2: опасные воздействия молнии, поражаемость наземных объектов молнией; заземлители молниеотводов. (2 часа).;
6. 6. Расчет молниезащиты взрывоопасных объектов. (1 час).;
7. 7. Расчет эффективности молниезащиты электроэнергетических объектов (2 часа).;
8. 8. Расчет молниепоражаемости летательных аппаратов (1 час).;
9. 9. Контрольная работа №3: специфика молниезащиты взрывоопасных объектов; специфика молниезащиты энергетических объектов; специфика молниезащиты летательных аппаратов (2 часа)..

### 3.4. Темы лабораторных работ

1. 1. Использование искусственных грозовых облаков для исследования физики молнии и молниезащиты наземных объектов и летательных аппаратов (8 часов).;
2. 2. Экспериментальное моделирование поражаемости молнией наземных объектов, защищенных молниеотводами (4 часа).;
3. 3. Компьютерное моделирование поражаемости молнией наземных объектов, защищенных молниеотводам (4 часа)..

### 3.5 Консультации

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов раздела "Современные представления об электричестве атмосферы и грозовых облаках"
2. Обсуждение материалов раздела "Современные представления о физике молнии"
3. Обсуждение материалов раздела "Характеристики грозовой активности и молнии"
4. Обсуждение материалов раздела "Опасные воздействия молнии на наземные объекты и летательные аппараты"
5. Обсуждение материалов раздела "Поражаемость наземных объектов молнией и современные методы защиты объектов от прямых ударов молнии"
6. Обсуждение материалов раздела "Специальные вопросы заземления молниеотводов"
7. Обсуждение материалов раздела "Особенности персональной защиты от молнии"

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультация направлена на получение индивидуального задания для выполнения контрольного мероприятия по параметрам грозовых облаков и молнии
2. Консультация направлена на получение индивидуального задания для выполнения контрольного мероприятия по темам: 1. опасные воздействия молнии; 2. поражаемость наземных объектов молнией; 3. заземлители молниеотводов
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по темам: 1. специфика молниезащиты взрывоопасных объектов; 2. специфика молниезащиты энергетических объектов; 3. специфика

молниезащиты летательных аппаратов; а также на получение индивидуального задания на защиту лабораторных работ №1-3

### **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	7	8	9	10	11	
<b>Знать:</b>													
современные экспериментальные и теоретические методы определения эффективности и проектирования молниезащиты наземных объектов и летательных аппаратов	ИД-2ПК-1					+	+	+	+	+	+	+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №1 Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №3 Контрольная работа/Контрольная работа №2
понятия и основные источники научной и технической информации по теории электричества атмосферы и физике молнии, экспериментальным и теоретическим исследованиям проблем физики молнии и молниезащиты, по особенностям и специфике воздействия молнии на наземные объекты и летательные аппараты, по нормативной документации и типовым и специальным методам расчета и способам организации молниезащиты объектов различного назначения	ИД-2ПК-1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №2 Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №3
основные и специальные проблемы, цели и задачи, решаемые при исследовании физики молнии и разработке средств молниезащиты наземных объектов различного назначения и летательных аппаратов	ИД-2ПК-1		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №1 Контрольная

													работа/Контрольная работа №1
<b>Уметь:</b>													
организовывать исследования в области физики молнии и молниезащиты и применять современные экспериментальные и теоретические методы определения эффективности молниезащиты наземных объектов и летательных аппаратов	ИД-2ПК-1		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №2  Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №3  Контрольная работа/Контрольная работа №2  Контрольная работа/Контрольная работа №3
самостоятельно анализировать научно-техническую информацию о существующих и перспективных способах исследования физики молнии, методах и устройствах молниезащиты наземных объектов различного назначения и летательных аппаратов и предлагать варианты решений в области проблем физики молнии и молниезащиты наземных объектов и летательных аппаратов	ИД-2ПК-1		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №1  Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №2  Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №3  Контрольная

													работа/Контрольная работа №1
													Контрольная работа/Контрольная работа №2
самостоятельно формулировать цели и задачи в области исследований современных проблем физики молнии и молниезащиты наземных объектов и летательных аппаратов	ИД-2ПК-1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №2
													Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №3
													Контрольная работа/Контрольная работа №1
													Контрольная работа/Контрольная работа №2
													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**

#### **1 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Защита лабораторной работы №1 (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы №2 (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

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

Форма реализации: Проверка задания

1. Защита лабораторной работы №3 (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

#### *Экзамен (Семестр №1)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 1 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. 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)
3. 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/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10735;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10735)



4. 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/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10742](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10742);
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. 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 .;
8. Ларионов, В. П. Основы молниезащиты / В. П. Ларионов ; Ред. И. М. Бортник . – М. : Знак, 1999 . – 104 с.;
9. 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 .;
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://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=9509](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=9509);
11. Поверхностный электрический разряд в электротехнологических устройствах и в изоляционных конструкциях : учебное пособие по направлениям 13.03.02 и 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника" / М. В. Соколова, С. А. Кривов, Л. Л. Черненский, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") ; ред. М. В. Соколова . – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 126 с. - ISBN 978-5-7046-1976-2 . [http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10310](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10310).

## **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. 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 ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>

8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
11. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
12. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
13. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
14. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
15. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
16. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
17. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
18. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
19. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
20. 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-209, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Д-02/2, Учебная лаборатория	стол, стул, доска меловая, лабораторный стенд, кондиционер
	Д-5, Учебная лаборатория	парта, стол преподавателя, стул, экран, доска маркерная передвижная, лабораторный стенд, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Д-02/2, Учебная лаборатория	стол, стул, доска меловая, лабораторный стенд, кондиционер
	Д-5, Учебная лаборатория	парта, стол преподавателя, стул, экран, доска маркерная передвижная, лабораторный стенд, компьютер персональный, кондиционер
	Д-17(1), Учебная аудитория	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, лабораторный стенд, оборудование для экспериментов, компьютер персональный
	ВВ Зал, Лаборатория каф. ТЭВН	стеллаж, стол, стул, оборудование для экспериментов, оборудование учебное
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Д-5, Учебная лаборатория	парта, стол преподавателя, стул, экран, доска маркерная передвижная, лабораторный стенд, компьютер персональный, кондиционер

Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Д-207, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Д-12, Кладовая	стеллаж, стол, стул

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Спецвопросы физики молнии и молниезащиты наземных объектов и летательных аппаратов

(название дисциплины)

#### 1 семестр

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

- КМ-1 Контрольная работа №1 (Контрольная работа)
- КМ-2 Защита лабораторной работы №1 (Лабораторная работа)
- КМ-3 Контрольная работа №2 (Контрольная работа)
- КМ-4 Защита лабораторной работы №2 (Лабораторная работа)
- КМ-5 Защита лабораторной работы №3 (Лабораторная работа)
- КМ-6 Контрольная работа №3 (Контрольная 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	7	10	12	14	15
1	Современные представления об электричестве атмосферы и грозовых облаках							
1.1	Современные представления об электричестве атмосферы и грозовых облаках		+	+	+	+	+	+
2	Современные представления о физике молнии							
2.1	Современные представления о физике молнии		+	+	+	+	+	+
3	Характеристики грозовой активности и молнии							
3.1	Характеристики грозовой активности и молнии		+	+	+	+	+	+
4	Опасные воздействия молнии на наземные объекты и летательные аппараты							
4.1	Опасные воздействия молнии на наземные объекты и летательные аппараты		+	+	+	+	+	+
5	Поражаемость наземных объектов молнией и современные методы защиты объектов от прямых ударов молнии							
5.1	Поражаемость наземных объектов молнией и современные методы защиты объектов от прямых ударов молнии		+	+	+	+	+	+
6	Специальные вопросы заземления молниеотводов							

6.1	Специальные вопросы заземления молниеотводов	+	+	+	+	+	+
7	Специальные вопросы молниезащиты пожаро- и взрывоопасных зданий и сооружений						
7.1	Специальные вопросы молниезащиты пожаро- и взрывоопасных зданий и сооружений	+	+	+	+	+	+
8	Специальные вопросы молниезащиты электроэнергетических объектов						
8.1	Специальные вопросы молниезащиты электроэнергетических объектов	+	+	+	+	+	+
9	Специальные вопросы молниезащиты наземных и водных транспортных систем						
9.1	Специальные вопросы молниезащиты наземных и водных транспортных систем	+	+	+	+	+	+
10	Специальные вопросы молниезащиты летательных аппаратов						
10.1	Специальные вопросы молниезащиты летательных аппаратов	+	+	+	+	+	+
11	Особенности персональной защиты от молнии						
11.1	Особенности персональной защиты от молнии	+	+	+	+	+	+
Вес КМ, %:		16	14	22	13	13	22