

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
ФИЗИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАЗРЯДОВ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.10.01.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	1 семестр - 32 часа;
Практические занятия	1 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	1 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	1 семестр - 93,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	1 семестр - 0,5 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Белогловский А.А.
	Идентификатор	R86421057-BeloglovskyAA-22f7da6

А.А.
Белогловский

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

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

Н.А. Лебедева

Заведующий выпускающей
кафедрой

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

А.Г. Темников

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: заключается в формировании углублённых знаний о физических процессах в электрических разрядах в газообразных, жидких и твёрдых электроизоляционных материалах, применяемых в технике высоких напряжений (ТВН), электроэнергетическом оборудовании и устройствах высоковольтных электротехнологий

Задачи дисциплины

- формирование углублённых знаний об электрофизических процессах в газовой изоляции, сопровождающих электрические разряды, его лавинной, стримерной и лидерной стадиях, о протекающих в электрическом поле физических процессах в жидких и твёрдых диэлектриках, механизмах их пробоя;

- освоение современных математических моделей лавинной и стримерной стадий электрического разряда в воздушной среде, позволяющих прогнозировать свойства и поведение этих форм разряда;

- освоение методов расчёта начальных и пробивных напряжений воздушных изоляционных промежутков установок высокого напряжения (УВН), позволяющих оценивать риск их пробоя и определять меры по повышению электрической прочности воздушных изоляционных промежутков.

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-1 _{ПК-1} Демонстрирует знания научных основ электрофизических процессов в электрических разрядах	знать: - электрофизические процессы в газовой изоляции, которые определяют появление и развитие в ней электрических разрядов, протекающие в электрических полях физические процессы в жидких и твёрдых диэлектриках, механизмы их пробоя; - современные математические модели лавинной и стримерной стадий электрического разряда в воздухе, позволяющие прогнозировать свойства и поведение этих форм разряда; - методики расчёта начальных и пробивных напряжений воздушных электроизоляционных промежутков, позволяющие оценивать риски их пробоя и определять меры по повышению их электрической прочности. уметь: - определять численные значения параметров электрофизических процессов в воздушных электроизоляционных промежутках, которые определяют возникновение и развитие в них электрических разрядов; - вычислять начальные и пробивные

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		напряжения воздушных электроизоляционных промежутков; - формулировать и применять математические модели лавинной и стримерной стадий электрического разряда в воздушной среде.

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 высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Введение в физику электрических разрядов	7	1	2	-	-	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Подготовка к тесту №1 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], Введение, п. 2.1	
1.1	Введение в физику электрических разрядов	7		2	-	-	-	-	-	-	-	5	-		
2	Электрофизические процессы в газовой изоляции	12		4	-	2	-	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Подготовка к тесту №2 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], п. 1.1-1.11
2.1	Электрофизические процессы в газовой изоляции	12		4	-	2	-	-	-	-	-	-	6	-	
3	Лавинный механизм развития электрического разряда	22		4	-	4	-	-	-	-	-	-	14	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Подготовка к контрольной работе №1 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], п. 2.2
3.1	Лавинный механизм развития электрического разряда	22		4	-	4	-	-	-	-	-	-	14	-	
4	Условие самостоятельности электрического разряда в лавинной форме	24		6	-	4	-	-	-	-	-	-	14	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Подготовка к контрольной работе №2 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], п. 2.3
4.1	Условие самостоятельности электрического	24		6	-	4	-	-	-	-	-	-	14	-	

	разряда в лавинной форме												
5	Стримерный механизм развития электрического разряда	12	4	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Подготовка к тесту №3 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], п. 2.4
5.1	Стримерный механизм развития электрического разряда	12	4	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
6	Лидерный механизм развития электрического разряда и его главная стадия	11	4	-	2	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Подготовка к тесту №4 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], п. 2.5, 2.6, 2.7
6.1	Лидерный механизм развития электрического разряда и его главная стадия	11	4	-	2	-	-	-	-	-	5	-	
7	Электрофизические процессы в жидких и твёрдых диэлектриках	11	4	-	2	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Подготовка к тесту №5 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], Главы 9, 10
7.1	Электрофизические процессы в жидких и твёрдых диэлектриках	11	4	-	2	-	-	-	-	-	5	-	
8	Пробой жидких и твёрдых диэлектриков	9	4	-	-	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Подготовка к тесту №6 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], Главы 11, 12
8.1	Пробой жидких и твёрдых диэлектриков	9	4	-	-	-	-	-	-	-	5	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	32	-	16	-	2	-	-	0.5	60	33.5	
	Итого за семестр	144.0	32	-	16	-	2	-	-	0.5	93.5		

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

3.2 Краткое содержание разделов

1. Введение в физику электрических разрядов

1.1. Введение в физику электрических разрядов

Роль и место электрических разрядов в технике высоких напряжений и в природе. Классификация электрических разрядов в электроизоляционных материалах конструкций установок высокого напряжения..

2. Электрофизические процессы в газовой изоляции

2.1. Электрофизические процессы в газовой изоляции

Упругие и неупругие столкновения частиц. Процессы возбуждения атомов и молекул газа. Диссоциация молекул. Ударная ионизация атомов и молекул свободными электронами, прилипание электронов, термическая ионизация. Рекомбинация ионов и электронов. Процессы в газе с участием фотонов. Процессы на электродах и вблизи них при электрическом разряде в газах. Характеристики коллективного движения заряженных частиц в электрическом поле: функция распределения электронов по энергиям и уравнение Больцмана, диффузия, дрейф электронов в поле, их подвижность и средняя длина свободного пробега. Понятие плазмы и её основные свойства, дебаевский радиус экранирования. Движение заряженных частиц и плазмы в электрическом поле. Проводимость плазмы. Особенности слабо ионизированной низкотемпературной плазмы электрического разряда в газах..

3. Лавинный механизм развития электрического разряда

3.1. Лавинный механизм развития электрического разряда

Понятие и основные параметры электронной лавины. Дрейфово-диффузионная математическая модель электронной лавины и её приближённая аналитическая модель. Влияние поля зарядов электронной лавины на её радиус и число электронов в ней. Расчётное и эмпирическое определение параметров лавины. Статистика лавинного усиления..

4. Условие самостоятельности электрического разряда в лавинной форме

4.1. Условие самостоятельности электрического разряда в лавинной форме

Понятия вторичной ионизации в газе и условия самостоятельности электрического разряда. Условие самостоятельности разряда в лавинной форме. Начальное напряжение. Закон Пашена. Влияние неоднородности поля и полярности приложенного напряжения на возникновение самостоятельного разряда в резконеоднородном электрическом поле, закон подобия электрических разрядов. Коронный разряд, его формы и структура. Математическое описание униполярного коронного разряда и его внешней области, его вольтамперные характеристики. Зависимость начального напряжения от частоты приложенного напряжения..

5. Стримерный механизм развития электрического разряда

5.1. Стримерный механизм развития электрического разряда

Условие перехода электронной лавины в стример и её критические параметры: число электронов в ней, её радиус и пройденный ею путь. Условие самостоятельности разряда в стримерной форме. Особенности формирования и распространения анодо-направленного и катодо-направленного стримера. Роль фотоионизации газа излучением разряда в их распространении. Особенности возникновения и развития стримеров в промежутках с

резконеоднородным полем, влияние полярности приложенного напряжения. Дрейфово-диффузионная математическая модель стримера. Расчётное и эмпирическое определение параметров стримеров, характерные значения их параметров. Ветвление стримеров и гипотезы, его объясняющие..

6. Лидерный механизм развития электрического разряда и его главная стадия

6.1. Лидерный механизм развития электрического разряда и его главная стадия

Условия перехода стримерной формы разряда в лидерную. Структура анодо- и катодонаправленного лидера. Основные характерные параметры лидера. Финальная стадия лидерного разряда и формирования главного разряда. Временные характеристики разряда. Вольт-секундные характеристики при грозовых и коммутационных импульсах напряжения. Пробой длинных воздушных промежутков: развитие электрического разряда в длинных воздушных промежутках, влияние полярности и скорости подъёма напряжения..

7. Электрофизические процессы в жидких и твёрдых диэлектриках

7.1. Электрофизические процессы в жидких и твёрдых диэлектриках

Поляризация диэлектриков: её виды, основные соотношения. Полярные и неполярные диэлектрики. Поляризация в постоянном и переменном электрическом поле, комплексная диэлектрическая проницаемость. Миграционная поляризация. Электропроводность жидких диэлектриков: их ионная и катафоретическая проводимость в слабых электрических полях, их электропроводность в сильных полях. Явления, сопровождающие протекание тока в жидких диэлектриках. Особенности протекания тока в тонких слоях жидких диэлектриков в комбинированной изоляции и роль коллоидных частиц. Электропроводность твёрдых диэлектриков, их ионная и электронная электропроводность..

8. Пробой жидких и твёрдых диэлектриков

8.1. Пробой жидких и твёрдых диэлектриков

Основные экспериментальные данные о пробое жидкостей. Влияние примесей, влажности, времени воздействия напряжения, формы и размеров электродов на значения пробивного напряжения в жидких диэлектриках. Механизмы пробоя жидких диэлектриков: пузырьковый, микровзрывной, ионизационный, электротепловой. Электрогидравлический эффект. Основные экспериментальные данные о пробое твёрдых диэлектриков. Механизмы пробоя твёрдых диэлектриков. Теории ударной ионизации медленными и быстрыми электронами. Теория перегретой электрической неустойчивости. Тепловой пробой твёрдых диэлектриков..

3.3. Темы практических занятий

1. Расчёт зависимостей скорости свободных электронов, обобщённых коэффициентов ударной ионизации и прилипания электронов в воздухе от напряжённости электрического поля.;
2. Расчёт развития электронной лавины в воздушном электроизоляционном промежутке с однородным электрическим полем.;
3. Контрольная работа №1 «Расчёт развития электронной лавины и её критических параметров».;
4. Расчёт начального напряжения и напряжённости поля в воздушных электроизоляционных промежутках с однородным и неоднородным электрическим полем.;
5. Контрольная работа №2 «Оценка начальных напряжений воздушных

- электроизоляционных промежутков».;
6. Расчёт развития стримера в воздушном электроизоляционном промежутке с однородным электрическим полем.;
 7. Оценка электрической прочности длинного воздушного электроизоляционного промежутка.;
 8. Оценка электропроводности жидких и твёрдых диэлектриков..

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Пробой жидких и твёрдых диэлектриков"

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по разделу "Введение в физику электрических разрядов"
2. Обсуждение материалов по разделу "Электрофизические процессы в газовой изоляции"
3. Обсуждение материалов по разделу "Лавинный механизм развития электрического разряда"
4. Обсуждение материалов по разделу "Условие самостоятельности электрического разряда в лавинной форме"
5. Обсуждение материалов по разделу "Стримерный механизм развития электрического разряда"
6. Обсуждение материалов по разделу "Лидерный механизм развития электрического разряда и его главная стадия"
7. Обсуждение материалов по разделу "Электрофизические процессы в жидких и твёрдых диэлектриках"
8. Обсуждение материалов по разделу "Пробой жидких и твёрдых диэлектриков"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Введение в физику электрических разрядов"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Электрофизические процессы в газовой изоляции"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Лавинный механизм развития электрического разряда"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Условие самостоятельности электрического разряда в лавинной форме"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Стримерный механизм развития электрического разряда"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Лидерный механизм развития электрического разряда и его главная стадия"

7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Электрофизические процессы в жидких и твёрдых диэлектриках"
8. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Пробой жидких и твёрдых диэлектриков"

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		
Знать:											
методики расчёта начальных и пробивных напряжений воздушных электроизоляционных промежутков, позволяющие оценивать риски их пробоя и определять меры по повышению их электрической прочности	ИД-1ПК-1				+	+	+				Контрольная работа/Контрольная работа №2: «Оценка начальных напряжений воздушных электроизоляционных промежутков» Тестирование/Тест №3: «Стримерный механизм развития электрического разряда» Тестирование/Тест №4: «Лидерный механизм развития электрического разряда и его главная стадия»
современные математические модели лавинной и стримерной стадий электрического разряда в воздухе, позволяющие прогнозировать свойства и поведение этих форм разряда	ИД-1ПК-1			+		+					Контрольная работа/Контрольная работа №1: «Расчёт развития электронной лавины и её критических параметров» Тестирование/Тест №3: «Стримерный механизм развития электрического разряда»
электрофизические процессы в газовой изоляции, которые определяют появление и развитие в ней электрических разрядов, протекающие в электрических полях физические процессы в жидких и твёрдых диэлектриках, механизмы их пробоя	ИД-1ПК-1	+							+	+	Тестирование/Тест №1: «Роль и место электрических разрядов в ТВН» Тестирование/Тест №2: «Электрофизические процессы в газовой изоляции» Тестирование/Тест №5: «Электрофизические процессы в

										жидких и твёрдых диэлектриках» Тестирование/Тест №6: «Пробой жидких и твёрдых диэлектриков»
Уметь:										
формулировать и применять математические модели лавинной и стримерной стадий электрического разряда в воздушной среде	ИД-1ПК-1			+		+				Контрольная работа/Контрольная работа №1: «Расчёт развития электронной лавины и её критических параметров» Тестирование/Тест №1: «Роль и место электрических разрядов в ТВН»
вычислять начальные и пробивные напряжения воздушных электроизоляционных промежутков	ИД-1ПК-1			+		+	+	+		Контрольная работа/Контрольная работа №2: «Оценка начальных напряжений воздушных электроизоляционных промежутков» Тестирование/Тест №1: «Роль и место электрических разрядов в ТВН» Тестирование/Тест №3: «Стримерный механизм развития электрического разряда» Тестирование/Тест №4: «Лидерный механизм развития электрического разряда и его главная стадия» Тестирование/Тест №5: «Электрофизические процессы в жидких и твёрдых диэлектриках» Тестирование/Тест №6: «Пробой жидких и твёрдых диэлектриков»
определять численные значения параметров	ИД-1ПК-1		+						+	Тестирование/Тест №2:

<p>электрофизических процессов в воздушных электроизоляционных промежутках, которые определяют возникновение и развитие в них электрических разрядов</p>										<p>«Электрофизические процессы в газовой изоляции» Тестирование/Тест №5: «Электрофизические процессы в жидких и твёрдых диэлектриках»</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1: «Расчёт развития электронной лавины и её критических параметров» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2: «Оценка начальных напряжений воздушных электроизоляционных промежутков» (Контрольная работа)
3. Тест №1: «Роль и место электрических разрядов в ТВН» (Тестирование)
4. Тест №2: «Электрофизические процессы в газовой изоляции» (Тестирование)
5. Тест №3: «Стимерный механизм развития электрического разряда» (Тестирование)
6. Тест №4: «Лидерный механизм развития электрического разряда и его главная стадия» (Тестирование)
7. Тест №5: «Электрофизические процессы в жидких и твёрдых диэлектриках» (Тестирование)
8. Тест №6: «Пробой жидких и твёрдых диэлектриков» (Тестирование)

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.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
4. Scilab.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>

2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
5. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
6. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
7. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
8. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
9. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
10. Журналы American Institute of Physics - <https://www.scitation.org/>
11. Журналы American Physical Society - <https://journals.aps.org/about>
12. Журналы издательства Cambridge University Press - <https://www.cambridge.org/core>
13. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
14. Журналы Institute of Physics (IOP), Великобритания - <https://iopscience.iop.org/>
15. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
16. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
17. 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-4, Компьютерный класс каф. "ТЭВН"	стол компьютерный, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер
	Д-209, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Д-4, Компьютерный класс каф. "ТЭВН"	стол компьютерный, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Д-5, Учебная лаборатория	парта, стол преподавателя, стул, экран, доска маркерная передвижная, лабораторный стенд, компьютер персональный, кондиционер
	Д-4, Компьютерный класс каф. "ТЭВН"	стол компьютерный, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер
	Д-209, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, 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

Физика электрических разрядов

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест №1: «Роль и место электрических разрядов в ТВН» (Тестирование)
- КМ-2 Тест №2: «Электрофизические процессы в газовой изоляции» (Тестирование)
- КМ-3 Контрольная работа №1: «Расчёт развития электронной лавины и её критических параметров» (Контрольная работа)
- КМ-4 Контрольная работа №2: «Оценка начальных напряжений воздушных электроизоляционных промежутков» (Контрольная работа)
- КМ-5 Тест №3: «Стимерный механизм развития электрического разряда» (Тестирование)
- КМ-6 Тест №4: «Лидерный механизм развития электрического разряда и его главная стадия» (Тестирование)
- КМ-7 Тест №5: «Электрофизические процессы в жидких и твёрдых диэлектриках» (Тестирование)
- КМ-8 Тест №6: «Пробой жидких и твёрдых диэлектриков» (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
		Неделя КМ:	3	5	7	9	11	13	15	16
1	Введение в физику электрических разрядов									
1.1	Введение в физику электрических разрядов		+	+					+	+
2	Электрофизические процессы в газовой изоляции									
2.1	Электрофизические процессы в газовой изоляции			+					+	
3	Лавинный механизм развития электрического разряда									
3.1	Лавинный механизм развития электрического разряда		+		+	+	+	+	+	+
4	Условие самостоятельности электрического разряда в лавинной форме									
4.1	Условие самостоятельности электрического разряда в лавинной форме					+	+	+		
5	Стимерный механизм развития электрического разряда									
5.1	Стимерный механизм развития электрического		+		+	+	+	+	+	+

	разряда								
6	Лидерный механизм развития электрического разряда и его главная стадия								
6.1	Лидерный механизм развития электрического разряда и его главная стадия	+			+	+	+	+	+
7	Электрофизические процессы в жидких и твёрдых диэлектриках								
7.1	Электрофизические процессы в жидких и твёрдых диэлектриках	+	+		+	+	+	+	+
8	Пробой жидких и твёрдых диэлектриков								
8.1	Пробой жидких и твёрдых диэлектриков	+	+					+	+
Вес КМ, %:		5	10	20	25	10	10	10	10