

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: Эксплуатация релейной защиты, автоматики и электрооборудования электростанций

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная


Рабочая программа дисциплины
ТЕХНИКА ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ

| | |
|--|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.06 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 6 семестр - 4; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 144 часа |
| Лекции | 6 семестр - 21 час; |
| Практические занятия | 6 семестр - 14 часов; |
| Лабораторные работы | 6 семестр - 12 часов; |
| Консультации | 6 семестр - 2 часа; |
| Самостоятельная работа | 6 семестр - 94,5 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: Тестирование Лабораторная работа Контрольная работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Экзамен | 6 семестр - 0,5 часа; |

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

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

М.А. Кошелев


СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

| | | |
|---|--|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Волошин А.А. |
| | Идентификатор | Ra915003b-VoloshinAA-408ebd73 |

А.А. Волошин

Заведующий выпускающей
кафедрой

| | | |
|---|--|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Волошин А.А. |
| | Идентификатор | Ra915003b-VoloshinAA-408ebd73 |

А.А. Волошин

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Задачи дисциплины

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

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

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

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

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

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

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 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 | Внешняя изоляция высоковольтных электроустановок | 20 | 6 | 4 | 4 | 2 | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 23-28,220-238 [4], 12-30, 45-69, 93-101 |
| 1.1 | Внешняя изоляция высоковольтных электроустановок | 20 | | 4 | 4 | 2 | - | - | - | - | - | 10 | - | |
| 2 | Коронный разряд на проводах воздушных линий электропередачи | 12 | | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 8 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 160-218 [4], 155-170 |
| 2.1 | Коронный разряд на проводах воздушных линий электропередачи | 12 | | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 8 | - | |
| 3 | Внутренняя изоляция высоковольтных электроустановок | 20 | | 4 | 4 | 2 | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 581-602, 607-641 [3], 50-83 [4], 102-110, 118-153, 178-208 |
| 3.1 | Внутренняя изоляция высоковольтных электроустановок | 20 | | 4 | 4 | 2 | - | - | - | - | - | 10 | - | |
| 4 | Грозовые перенапряжения и молниезащита в электрических сетях | 25 | | 5 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | 12 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 493-515 [2], 144-164, 165-172 [3], 186-192 [4], 208-284 |
| 4.1 | Грозовые перенапряжения и молниезащита в электрических сетях | 25 | | 5 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | 12 | - | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|--------------|-----------|-----------|-----------|---|----------|---|----------|------------|-------------|-------------|--|
| 5 | Внутреннее перенапряжения в электрических сетях | 17 | 3 | - | 4 | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 54-129 [4], 295-376 [5], 5-44 |
| 5.1 | Внутреннее перенапряжения в электрических сетях | 17 | 3 | - | 4 | - | - | - | - | - | 10 | - | |
| 6 | Координация изоляции, испытания высоковольтной изоляции повышенным напряжением | 14 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | 11 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 287-294, 383-392 |
| 6.1 | Координация изоляции, испытания высоковольтной изоляции повышенным напряжением | 14 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | 11 | - | |
| | Экзамен | 36.0 | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | 33.5 | |
| | Всего за семестр | 144.0 | 21 | 12 | 14 | - | 2 | - | - | 0.5 | 61 | 33.5 | |
| | Итого за семестр | 144.0 | 21 | 12 | 14 | | 2 | | - | 0.5 | 94.5 | | |

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. Внешняя изоляция высоковольтных электроустановок

1.1. Внешняя изоляция высоковольтных электроустановок

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

2. Коронный разряд на проводах воздушных линий электропередачи

2.1. Коронный разряд на проводах воздушных линий электропередачи

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

3. Внутренняя изоляция высоковольтных электроустановок

3.1. Внутренняя изоляция высоковольтных электроустановок

Внутренняя изоляция высоковольтных электроустановок станций и подстанций. Общие свойства внутренней изоляции: понятие, требования, используемые диэлектрики, вольт-секундная характеристика и механизмы пробоя. Электрофизические процессы во внутренней изоляции, которые определяют ее кратковременную и длительную электрическую прочность: проводимость диэлектриков, ее зависимость от температуры и влажности, диэлектрические потери, частичные разряды. Кратковременная электрическая прочность жидких и твердых диэлектриков при воздействии напряжения промышленной частоты, грозовых и коммутационных импульсов: механизмы пробоя, влияние температуры, содержания влаги и расстояния между электродами. Применение комбинированных

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

4. Грозовые перенапряжения и молниезащита в электрических сетях

4.1. Грозовые перенапряжения и молниезащита в электрических сетях

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

5. Внутренние перенапряжения в электрических сетях

5.1. Внутренние перенапряжения в электрических сетях

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

6. Координация изоляции, испытания высоковольтной изоляции повышенным напряжением

6.1. Координация изоляции, испытания высоковольтной изоляции повышенным напряжением

Понятие координации изоляции. Испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты, коммутационными и грозowymi импульсами. Методы диагностики изоляции на основе явлений абсорбции. Контроль изоляции по тангенсу угла диэлектрических потерь.

3.3. Темы практических занятий

1. Расчёт начальных напряжений и начальных напряжённостей во внешней изоляции;
2. Расчёт числа грозowych отключений воздушной линии электропередачи;
3. Контрольная работа №1;
4. Расчёт зоны защиты молниеотводов, расчет контура заземления подстанции;
5. Выбор линейной изоляции;
6. Расчёт электростатических полей в однородной изотропной среде;
7. Расчёт числа повреждений оборудования подстанции под действием импульсов напряжения, набегающих с ВЛ. Выбор защитных аппаратов. Защищённый подход к подстанции и определение его длины.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Электрические разряды по поверхности твердого диэлектрика;
2. Электрические разряды в воздухе;
3. Защита подстанции от набегающих волн;
4. Методы контроля изоляции, основанные на явлении абсорбции зарядов.

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) | | | | | | Оценочное средство (тип и наименование) |
|--|------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Знать: | | | | | | | | |
| основные методы определения зон защиты молниеотводов | ИД-1ПК-1 | | | | + | | | Тестирование/Тест №1 |
| электрофизические процессы в изоляции, определяющие ее электрическую прочность и способы регулировки электрических полей во внешней изоляции | ИД-2ПК-1 | + | + | | | | | Лабораторная работа/ЛР №1 "Электрические разряды в воздухе" |
| источники, механизмы развития и способы ограничения перенапряжений в электрических сетях 6-750 кВ | ИД-2ПК-1 | | | | + | + | + | Лабораторная работа/ЛР №17 "Защита подстанции от набегающих волн" |
| методы контроля состояния высоковольтной изоляции в эксплуатации | ИД-2ПК-1 | | | | + | | | Лабораторная работа/ЛР №7 "Методы контроля изоляции, основанные на явлении абсорбции зарядов" |
| электрофизические процессы в изоляции, определяющие ее электрическую прочность и способы регулировки электрических полей во внутренней изоляции | ИД-2ПК-1 | | | | + | | | Лабораторная работа/ЛР №7 "Методы контроля изоляции, основанные на явлении абсорбции зарядов" |
| Уметь: | | | | | | | | |
| рассчитывать параметры защиты от ударов молнии и грозовых перенапряжений воздушных линий электропередачи и открытых распределительных устройствах станций и подстанций | ИД-1ПК-1 | | | | + | | | Лабораторная работа/ЛР №17 "Защита подстанции от набегающих волн" |
| применять специализированное программное обеспечение для расчета перенапряжений и для определения грозоупорности объектов электроэнергетики | ИД-2ПК-1 | | | | + | + | | Лабораторная работа/ЛР №17 "Защита подстанции от набегающих волн" |
| расчетным путем оценивать электрическую прочность высоковольтной изоляции и применять методы контроля состояния высоковольтной изоляции | ИД-2ПК-1 | + | | + | | | | Контрольная работа/Контрольная работа №1 |

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

6 семестр

Форма реализации: Письменная работа

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

Форма реализации: Смешанная форма

1. ЛР №1 "Электрические разряды в воздухе" (Лабораторная работа)
2. ЛР №17 "Защита подстанции от набегающих волн" (Лабораторная работа)
3. ЛР №7 "Методы контроля изоляции, основанные на явлении абсорбции зарядов" (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №6)

В диплом выставляется оценка за 6 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;
2. В. В. Титков, Ф. Х. Халилов- "Перенапряжения и молниезащита", Издательство: "Издательство Политехнического университета", Санкт-Петербург, 2011 - (222 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363061>;
3. Важов, В. Ф. Техника высоких напряжений : учебник для вузов по направлению 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" (квалификация (степень) "бакалавр") / В. Ф. Важов, В. А. Лавринович . – Москва : ИНФРА-М, 2020 . – 262 с. – (Высшее образование . Бакалавриат) . - ISBN 978-5-16-010565-9 .;
4. Базуткин, В. В. Техника высоких напряжений: Изоляция и перенапряжения в электрических системах : Учебник для электроэнергетических специальностей вузов / В. В. Базуткин, В. П. Ларионов, Ю. С. Пинталь . – 3-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергоатомиздат, 1986 . – 464 с.;
5. Вайнштейн, Р. А. Режимы работы нейтрали в электрических системах : учебное пособие / Р. А. Вайнштейн, и др., М-во высшего и среднего специального образования РСФСР, Томский политехн. ин-т им. С.М. Кирова . – Томск : Томский политехн. ин-т, 1981 . – 79 с..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

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

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 Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
8. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
9. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
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>
13. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
14. 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 | Г-200, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, трибуна, мультимедийный проектор, экран |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | Д-205, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| | Д-207, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| | Д-209, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| | Д-213, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий | Д-5, Учебная лаборатория | парта, стол преподавателя, стул, экран, доска маркерная передвижная, лабораторный стенд, компьютер персональный, кондиционер |
| | Д-5а, Лаборатория каф. "ТЭВН" | лабораторный стенд |

| | | |
|---|--|--|
| | Д-16, Лаборатория каф. "ТЭВН" | стеллаж, стол, стул, шкаф для одежды, оборудование для экспериментов |
| | Д-21, Лаборатория каф. "ТЭВН" | стеллаж, стул, шкаф, оборудование для экспериментов |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Г-200, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, трибуна, мультимедийный проектор, экран |
| | Д-205, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| | Д-207, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| | Д-209, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| | Д-213, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| Помещения для самостоятельной работы | НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой | стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный |
| Помещения для консультирования | Г-200, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, трибуна, мультимедийный проектор, экран |
| | Д-7, Кабинет сотрудников каф. "ТЭВН" | стеллаж, стол, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, компьютер персональный, принтер |
| | Д-9, Помещение каф. "ТЭВН" | стеллаж, стол, стул, шкаф, шкаф для одежды, компьютер персональный |
| | Д-6, Помещение сотрудников каф. "ТЭВН" | стеллаж, стол, стул, шкаф для одежды, компьютер персональный, холодильник |
| | Д-205, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| | Д-207, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| | Д-209, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| | Д-213, Учебная аудитория | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | Д-12, Кладовая | стеллаж, стол, стул |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Техника высоких напряжений

(название дисциплины)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест №1 (Тестирование)
 КМ-2 ЛР №17 "Защита подстанции от набегающих волн" (Лабораторная работа)
 КМ-3 Контрольная работа №1 (Контрольная работа)
 КМ-4 ЛР №7 "Методы контроля изоляции, основанные на явлении абсорбции зарядов" (Лабораторная работа)
 КМ-5 ЛР №1 "Электрические разряды в воздухе" (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Внешняя изоляция высоковольтных электроустановок | | | | | | |
| 1.1 | Внешняя изоляция высоковольтных электроустановок | | | | + | | + |
| 2 | Коронный разряд на проводах воздушных линий электропередачи | | | | | | |
| 2.1 | Коронный разряд на проводах воздушных линий электропередачи | | | | | | + |
| 3 | Внутренняя изоляция высоковольтных электроустановок | | | | | | |
| 3.1 | Внутренняя изоляция высоковольтных электроустановок | | | | + | + | |
| 4 | Грозовые перенапряжения и молниезащита в электрических сетях | | | | | | |
| 4.1 | Грозовые перенапряжения и молниезащита в электрических сетях | | + | + | | | |
| 5 | Внутренние перенапряжения в электрических сетях | | | | | | |
| 5.1 | Внутренние перенапряжения в электрических сетях | | | + | | | |
| 6 | Координация изоляции, испытания высоковольтной изоляции повышенным напряжением | | | | | | |
| 6.1 | Координация изоляции, испытания высоковольтной изоляции повышенным напряжением | | | + | | | |
| Вес КМ, %: | | | 5 | 20 | 35 | 20 | 20 |