

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

"БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Е.И. Луковникова

Е.И. Луковникова

19 апреля

2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.05 Техника высоких напряжений *

Закреплена за кафедрой **Энергетики**

Учебный план bz130302_22_ЭЭ.plx

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

Виды контроля на курсах:

Экзамен 5

Распределение часов дисциплины по курсам

| Курс | 5 | | Итого | |
|---|-----|-----|-------|-----|
| | уп | рп | | |
| Вид занятий | | | | |
| Лекции | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Лабораторные | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Практические | 4 | 4 | 4 | 4 |
| В том числе инт. | 4 | 4 | 4 | 4 |
| В том числе в форме практ.подготовки | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Итого ауд. | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Контактная работа | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Сам. работа | 187 | 187 | 187 | 187 |
| Часы на контроль | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Итого | 216 | 216 | 216 | 216 |

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Яковкина Т.Н. Т.Н. Яковкина

Рабочая программа дисциплины

Техника высоких напряжений *

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

составлена на основании учебного плана:

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
утвержденного приказом ректора от 08.02.2022 протокол № 45.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Энергетики

Протокол от 14.04 2022 г. № 9

Срок действия программы: 2022-2026 уч.г.

Зав. кафедрой Булатов Ю. Н. Ю.Н. Булатов

Председатель МКФ

11 18 апреля 2022 г. Латушкина СВ

Ответственный за реализацию ОПОП

Ю.Н. Булатов
(подпись)

Булатов Ю.Н.
(ФИО)

Директор библиотеки

Светлана
(подпись)

Светлана Л.В.
(ФИО)

№ регистрации

541
(методический отдел)

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МКФ

_____ 2023 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры
Энергетики

Внесены изменения/дополнения (Приложение _____)

Протокол от _____ 2023 г. № ____
Зав. кафедрой Булатов Ю. Н.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МКФ

_____ 2024 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры
Энергетики

Внесены изменения/дополнения (Приложение _____)

Протокол от _____ 2024 г. № ____
Зав. кафедрой Булатов Ю. Н.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МКФ

_____ 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
Энергетики

Внесены изменения/дополнения (Приложение _____)

Протокол от _____ 2025 г. № ____
Зав. кафедрой Булатов Ю. Н.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МКФ

_____ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Энергетики

Внесены изменения/дополнения (Приложение _____)

Протокол от _____ 2026 г. № ____
Зав. кафедрой Булатов Ю. Н.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| | |
|-----|---|
| 1.1 | Формирование знаний об электрофизических процессах в изоляции электрооборудования, о механизмах развития грозовых и внутренних перенапряжений, о координации изоляции и её проектировании, о методах испытаний и контроля состояния изоляции. |
|-----|---|

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

| | |
|--------------------|--|
| Цикл (раздел) ООП: | Б1.В.05 |
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: |
| 2.1.1 | Производственная (эксплуатационная) практика |
| 2.1.2 | Электрические станции и подстанции |
| 2.1.3 | Электроэнергетические системы и сети |
| 2.1.4 | Теоретические основы электротехники |
| 2.1.5 | Электротехническое и конструкционное материаловедение |
| 2.1.6 | Физика |
| 2.1.7 | Химия |
| 2.2 | Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: |
| 2.2.1 | Основы электробезопасности |
| 2.2.2 | Монтаж электрооборудования |
| 2.2.3 | Электромагнитная совместимость |
| 2.2.4 | Производственная (преддипломная) практика |

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-1: Способен выполнять работы по организации и техническому обеспечению эксплуатации электротехнического оборудования ТЭС

| | |
|-------------|--|
| Индикатор 1 | ПК-1.1 Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта электротехнического оборудования ТЭС |
|-------------|--|

ПК-2: Способен организовывать работу по ремонту электротехнического оборудования ГЭС/ГАЭС

| | |
|-------------|---|
| Индикатор 1 | ПК-2.2 Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта электротехнического оборудования ГЭС/ГАЭС |
|-------------|---|

ПК-3: Способен осуществлять деятельность в области проектирования, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта кабельных и воздушных линий электропередачи

| | |
|-------------|---|
| Индикатор 1 | ПК-3.1 Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования кабельных линий электропередачи |
|-------------|---|

| | |
|-------------|---|
| Индикатор 2 | ПК-3.2 Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования воздушных линий электропередачи |
|-------------|---|

ПК-4: Способен планировать и контролировать деятельность в области проектирования, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта оборудования подстанций электрических сетей

| | |
|-------------|--|
| Индикатор 1 | ПК-4.1 Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования подстанций электрических сетей |
|-------------|--|

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

| | |
|------------|--|
| 3.1 | Знать: |
| 3.1.1 | требования Правил устройства электроустановок применительно к выбору изоляционных расстояний и устройств защиты от перенапряжений для электротехнического оборудования ТЭС; |
| 3.1.2 | требования Правил устройства электроустановок применительно к выбору изоляционных расстояний и устройств защиты от перенапряжений для электротехнического оборудования ГЭС/ГАЭС; |
| 3.1.3 | требования Руководящего документа «Объём и нормы испытаний электрооборудования». |
| 3.2 | Уметь: |
| 3.2.1 | выбирать изоляционные расстояния; |
| 3.2.2 | применять физико-математический аппарат для оценки надёжности молниезащиты воздушных линий электропередачи; |
| 3.2.3 | определять необходимые параметры нелинейных ограничителей перенапряжений. |
| 3.3 | Владеть: |
| 3.3.1 | навыками измерения и анализа диагностических параметров изоляции высоковольтного оборудования; |

| | |
|-------|---|
| 3.3.2 | навыками решения задач техники высоких напряжений с помощью специализированного программного обеспечения; |
|-------|---|

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Код занятия | Вид занятия | Наименование разделов и тем | Семестр / Курс | Часов | Компетенции | Литература | Инте ракт. | Примечание |
|-------------|-------------|--|----------------|-------|------------------------|-------------------------------|------------|--|
| | Раздел | Раздел 1. Изоляция и перенапряжения в электрических сетях | | | | | | |
| 1.1 | Лек | Виды электрической изоляции оборудования высокого напряжения | 5 | 0,25 | ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 | 0,15 | лекция-беседа ПК-1.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-4.1 |
| 1.2 | Лек | Виды перенапряжений | 5 | 0,15 | ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 | Л1.1Л2.1 | 0 | ПК-1.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-4.1 |
| 1.3 | Ср | | 5 | 22 | ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 | Л1.1Л2.1 | 0 | ПК-1.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-4.1 |
| | Раздел | Раздел 2. Изоляция воздушных линий электропередач | | | | | | |
| 2.1 | Лек | Общие сведения об изоляции воздушных линий | 5 | 0,25 | ПК-3 | Л1.1Л2.1 | 0,15 | лекция-беседа ПК-3.1, ПК-3.2 |
| 2.2 | Лек | Развитие пробоя воздушных промежутков | 5 | 0,25 | ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 | Л1.1Л2.1 | 0 | ПК-1.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-4.1 |
| 2.3 | Лаб | Измерение напряжения пробоя шаровым разрядником | 5 | 4 | ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 | Л1.1Л2.1Л3.1 | 0,5 | традиционна (репродуктивная) технология, работа в малых группах ПК-1.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-4.1 |
| 2.4 | Лаб | Экспериментальное определение влияния диэлектрического барьера на электрическую прочность промежутка в резконе-однородном поле | 5 | 4 | ПК-1 ПК-3 ПК-4 | Л1.1Л2.1Л3.1 | 0,5 | традиционна (репродуктивная) технология, работа в малых группах ПК-1.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-4.1 |
| 2.5 | Лек | Коронный разряд на воздушных линиях | 5 | 0,25 | ПК-3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 | 0,15 | лекция-беседа ПК-3.1, ПК-3.2 |
| 2.6 | Лек | Развитие разрядов в воздухе вдоль поверхности твердых диэлектриков | 5 | 0,25 | ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 | Л1.1Л2.1 Л2.2 | 0 | ПК-1.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-4.1 |
| 2.7 | Лек | Линейные изоляторы | 5 | 0,25 | ПК-3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 | 0,15 | лекция-беседа ПК-3.1, ПК-3.2 |

| | | | | | | | | |
|-----|--------|---|---|------|------------------------|------------------------------|-----|---|
| 2.8 | Ср | | 5 | 28 | ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 | Л1.1Л2.1 | 0 | ПК-1.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-4.1 |
| | Раздел | Раздел 3. Молниезащита воздушных линий | | | | | | |
| 3.1 | Лек | Развитие молнии | 5 | 0,25 | ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 | Л1.1Л2.1 | 0 | ПК-1.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-4.1 |
| 3.2 | Лек | Молниезащита воздушных ЛЭП от прямых ударов молнии | 5 | 0,5 | ПК-3 | Л1.1Л2.1 Л2.2 | 0 | ПК-3.1, ПК-3.2 |
| 3.3 | Пр | Молниезащита воздушных ЛЭП от прямых ударов молнии | 5 | 2 | ПК-3 | Л1.1Л2.1 | 0,2 | традиционная (репродуктивная) технология, работа в малых группах ПК-3.1, ПК-3.2 |
| 3.4 | Ср | | 5 | 22 | ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 | Л1.1Л2.1 | 0 | ПК-1.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-4.1 |
| | Раздел | Раздел 4. Изоляция электрооборудования станций и подстанций, ЗРУ и ОРУ | | | | | | |
| 4.1 | Лек | Общие свойства внутренней изоляции | 5 | 0,25 | ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 | 0 | ПК-1.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-4.1 |
| 4.2 | Лек | Частичные разряды во внутренней изоляции | 5 | 0,25 | ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 | Л1.1Л2.1 Л2.2 | 0,2 | лекция-беседа ПК-1.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-4.1 |
| 4.3 | Пр | Частичные разряды во внутренней изоляции | 5 | 0,5 | ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 | Л1.1Л2.1 | 0,2 | ПК-1.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-4.1 |
| 4.4 | Лек | Регулирование электрических полей во внутренней изоляции | 5 | 0,25 | ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 | Л1.1Л2.1 Л2.2 | 0 | ПК-1.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-4.1 |
| 4.5 | Лек | Изоляция электрооборудования станций и подстанций, ОРУ и ЗРУ | 5 | 2,5 | ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.4 | 0,7 | лекция-беседа ПК-1.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-4.1 |
| 4.6 | Ср | | 5 | 36 | ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.1 | 0 | ПК-1.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-4.1 |
| | Раздел | Раздел 5. Молниезащита оборудования станций и подстанций | | | | | | |
| 5.1 | Лек | Грозозащита оборудования станций и подстанций от прямых ударов молнии | 5 | 0,45 | ПК-1 ПК-2 ПК-4 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.4 | 0,2 | лекция-беседа ПК-1.1, ПК-2.2, ПК-4.1 |

| | | | | | | | | |
|-----|---------|---|---|------|------------------------|-----------------------------------|-----|--|
| 5.2 | Пр | Грозозащита оборудования станций и подстанций от прямых ударов молнии | 5 | 1,5 | ПК-1 ПК-2 ПК-4 | Л1.1Л2.1 | 0,6 | традиционна (репродуктивная) технология, работа в малых группах ПК-1.1, ПК-2.2, ПК-4.1 |
| 5.3 | Лек | Защита оборудования станций и подстанций от волн перенапряжений, набегающих со стороны ВЛ | 5 | 1 | ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 | Л1.1Л2.1 Л2.4 | 0,3 | лекция-беседа ПК-1.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-4.1 |
| 5.4 | Ср | | 5 | 43 | ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 | Л1.1Л2.1 Л2.4Л3.1 | 0 | ПК-1.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-4.1 |
| | Раздел | Раздел 6. Защита изоляции электрооборудования от внутренних перенапряжений | | | | | | |
| 6.1 | Лек | Внутренние перенапряжения в электрических сетях | 5 | 0,15 | ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.4 | 0 | ПК-1.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-4.1 |
| 6.2 | Лек | Коммутационные перенапряжения | 5 | 0,25 | ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 | Л1.1Л2.1 Л2.4 | 0 | ПК-1.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-4.1 |
| 6.3 | Лек | Аварийные перенапряжения | 5 | 0,25 | ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 | Л1.1Л2.1 | 0 | ПК-1.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-4.1 |
| 6.4 | Лек | Ограничение внутренних перенапряжений | 5 | 0,25 | ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 | Л1.1Л2.1 Л2.4 | 0 | ПК-1.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-4.1 |
| 6.5 | Ср | | 5 | 36 | ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.4 | 0 | ПК-1.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-4.1 |
| 6.6 | Экзамен | | 5 | 9 | ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 | Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 | 0 | ПК-1.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-4.1 |

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательные технологии с использованием активных методов обучения (лекция – беседа)

Традиционная (репродуктивная) технология (преподаватель знакомит обучающихся с порядком выполнения задания, наблюдает за выполнением и при необходимости корректирует работу обучающихся)

Технология коллективного взаимодействия (работа в малых группах) (самостоятельное изучение обучающимися нового материала посредством сотрудничества в малых группах, дает возможность всем участникам участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения)

Технология компьютерного обучения (использование в учебном процессе компьютерных технологий и предоставляемых ими возможностей (онлайн-курсы))

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Контрольные вопросы и задания

Вопросы для текущего контроля

Раздел 1. Изоляция и перенапряжения в электрических сетях

1. Предмет курса. Задачи дисциплины
 2. Многообразие изоляционных конструкций. Виды изоляции и их особенности
 3. Виды перенапряжений
- Раздел 2. Изоляция воздушных линий электропередач
1. Общие сведения об изоляции воздушных линий. Диэлектрики в электрическом поле. Пробой воздушного промежутка
 2. Факторы, влияющие на электрическую прочность воздушного промежутка
 3. Время разряда и вольт-секундные характеристики воздушных промежутков
 4. Разряды в воздухе вдоль поверхности изоляторов
 5. Коронный разряд и его характеристики
 6. Коронный разряд на ВЛ при переменном напряжении
 7. Изоляция ВЛ на опорах. Линейные изоляторы
 8. Особенности изоляции ВЛ на деревянных опорах
- Раздел 3. Молниезащита воздушных линий
1. Развитие молнии
 2. Параметры разряда молнии
 3. Молния как источник грозовых перенапряжений.
 4. Молниезащита воздушных ЛЭП. Грозозащитные тросы. Зона защиты грозозащитных тросов
 5. Перенапряжения при ударах молнии вблизи ВЛ
 6. Требования ПУЭ по грозозащите воздушных линий
- Раздел 4. Изоляция электрооборудования станций и подстанций, ЗРУ и ОРУ
1. Виды внутренней изоляции
 2. Общие свойства внутренней изоляции
 3. Пробой жидких и твердых диэлектриков
 4. Зависимость электрической прочности внутренней изоляции от длительности воздействия напряжения
 5. Факторы, влияющие на кратковременную электрическую прочность внутренней изоляции
 6. Развитие частичных разрядов (ЧР) на переменном напряжении. Начальные и критические ЧР
 7. Частичные разряды в газовых включениях во внутренней изоляции.
 8. Частичные разряды в бумажно-масляной и маслобарьерной изоляции
 9. Регулирование электрических полей во внутренней изоляции (градирование изоляции, применение дополнительных электродов)
 10. Регулирование электрических полей во внутренней изоляции (скругление острых кромок электродов и применение полупроводящих покрытий)
 11. Применение диэлектрических барьеров для повышения электрической прочности изоляции
 12. Изоляция силовых трансформаторов
 13. Изоляция бумажно-бакелитовых вводов высокого напряжения
 14. Изоляция маслонаполненных вводов высокого напряжения
 15. Изоляция силовых кабелей: требования к изоляции; виды изоляции и их достоинства и недостатки
 16. Маркировка силовых кабелей
 17. Кабели с вязкой пропиткой
 18. Изоляция маслонаполненных кабелей среднего давления
 19. Изоляция маслонаполненных кабелей высокого давления
 20. Изоляция газонаполненных кабелей
 21. Изоляция кабелей с полиэтиленовой изоляцией
 22. Изоляция силовых конденсаторов
 23. Изоляция вращающихся машин
 24. Изоляция высоковольтных масляных выключателей
 25. Элегаз в качестве диэлектрика. Элегазовые выключатели высокого напряжения
 26. Изоляция высоковольтных воздушных и вакуумных выключателей
- Раздел 5. Молниезащита оборудования станций и подстанций
1. Защита электрооборудования станций и подстанций от прямых ударов молнии. Молниеотводы. Зоны защиты молниеотводов.
 2. Грозозащита подстанций. Заземление молниеотводов
 3. Защита подстанций от волн перенапряжений, набегающих со стороны воздушных линий. Искровой промежуток
 4. Трубочатые разрядники (конструкция, принцип действия, особенности)
 5. Вентильные разрядники (конструкция, принцип действия, особенности)
 6. Нелинейные ограничители перенапряжений (конструкция, принцип действия, особенности)
- Раздел 6. Защита изоляции электрооборудования от внутренних перенапряжений
1. Коммутационные перенапряжения в электрических сетях. Причины возникновения. Виды коммутационных перенапряжений
 2. Перенапряжения при плановом включении линии
 3. Перенапряжения при отключении воздушных линий
 4. Перенапряжения при АПВ на ВЛ
 5. Перенапряжения при отключении силового трансформатора
 6. Перенапряжения при отключении силового конденсатора
 7. Перенапряжения при дуговых замыканиях на землю в сетях с изолированной нейтралью
 8. Ограничение внутренних перенапряжений

учебным планом не предусмотрено

6.3. Фонд оценочных средств

Экзаминационные вопросы

Раздел 1. Изоляция и перенапряжения в электрических сетях

1. Предмет курса. Задачи дисциплины

2. Многообразие изоляционных конструкций. Виды изоляции и их особенности

3. Виды перенапряжений

Раздел 2. Изоляция воздушных линий электропередач

1. Общие сведения об изоляции воздушных линий. Диэлектрики в электрическом поле. Пробой воздушного промежутка

2. Факторы, влияющие на электрическую прочность воздушного промежутка

3. Время разряда и вольт-секундные характеристики воздушных промежутков

4. Разряды в воздухе вдоль поверхности изоляторов

5. Коронный разряд и его характеристики

6. Коронный разряд на ВЛ при переменном напряжении

7. Изоляция ВЛ на опорах. Линейные изоляторы

8. Особенности изоляции ВЛ на деревянных опорах

Раздел 3. Молниезащита воздушных линий

1. Развитие молнии

2. Параметры разряда молнии

3. Молния как источник грозовых перенапряжений.

4. Молниезащита воздушных ЛЭП. Грозозащитные тросы. Зона защиты грозозащитных тросов

5. Перенапряжения при ударах молнии вблизи ВЛ

6. Требования ПУЭ по грозозащите воздушных линий

Раздел 4. Изоляция электрооборудования станций и подстанций, ЗРУ и ОРУ

1. Виды внутренней изоляции

2. Общие свойства внутренней изоляции

3. Пробой жидких и твердых диэлектриков

4. Зависимость электрической прочности внутренней изоляции от длительности воздействия напряжения

5. Факторы, влияющие на кратковременную электрическую прочность внутренней изоляции

6. Развитие частичных разрядов (ЧР) на переменном напряжении. Начальные и критические ЧР

7. Частичные разряды в газовых включениях во внутренней изоляции.

8. Частичные разряды в бумажно-масляной и маслобарьерной изоляции

9. Регулирование электрических полей во внутренней изоляции (градирование изоляции, применение дополнительных электродов)

10. Регулирование электрических полей во внутренней изоляции (скругление острых кромок электродов и применение полупроводящих покрытий)

11. Применение диэлектрических барьеров для повышения электрической прочности изоляции

12. Изоляция силовых трансформаторов

13. Изоляция бумажно-бакелитовых вводов высокого напряжения

14. Изоляция маслонаполненных вводов высокого напряжения

15. Изоляция силовых кабелей: требования к изоляции; виды изоляции и их достоинства и недостатки

16. Маркировка силовых кабелей

17. Кабели с вязкой пропиткой

18. Изоляция маслонаполненных кабелей среднего давления

19. Изоляция маслонаполненных кабелей высокого давления

20. Изоляция газонаполненных кабелей

21. Изоляция кабелей с полиэтиленовой изоляцией

22. Изоляция силовых конденсаторов

23. Изоляция вращающихся машин

24. Изоляция высоковольтных масляных выключателей

25. Элегаз в качестве диэлектрика. Элегазовые выключатели высокого напряжения

26. Изоляция высоковольтных воздушных и вакуумных выключателей

Раздел 5. Молниезащита оборудования станций и подстанций

1. Защита электрооборудования станций и подстанций от прямых ударов молнии. Молниеотводы. Зоны защиты молниеотводов.

2. Грозозащита подстанций. Заземление молниеотводов

3. Защита подстанций от волн перенапряжений, набегающих со стороны воздушных линий. Искровой промежуток

4. Трубочатые разрядники (конструкция, принцип действия, особенности)

5. Вентильные разрядники (конструкция, принцип действия, особенности)

6. Нелинейные ограничители перенапряжений (конструкция, принцип действия, особенности)

Раздел 6. Защита изоляции электрооборудования от внутренних перенапряжений

1. Коммутационные перенапряжения в электрических сетях. Причины возникновения. Виды коммутационных перенапряжений

2. Перенапряжения при плановом включении линии

3. Перенапряжения при отключении воздушных линий

4. Перенапряжения при АПВ на ВЛ

5. Перенапряжения при отключении силового трансформатора

6. Перенапряжения при отключении силового конденсатора
 7. Перенапряжения при дуговых замыканиях на землю в сетях с изолированной нейтралью
 8. Ограничение внутренних перенапряжений

6.4. Перечень видов оценочных средств

Отчеты по лабораторным работам, практическим занятиям, экзаменационные вопросы

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

| | Авторы, | Заглавие | Издательство, | Кол-во | Эл. адрес |
|----------|--|--|-----------------------|--------|-----------|
| Л1. 1 | Яковкина Т.Н., Струмяляк А.В. | Техника высоких напряжений: учебное пособие | Братск: БрГУ, 2013 | 59 | |

7.1.2. Дополнительная литература

| | Авторы, | Заглавие | Издательство, | Кол-во | Эл. адрес |
|----------|---|--|--|--------|---|
| Л2. 1 | Базуткин В.В., Ларионов В.П., Пинталь Ю.С. | Техника высоких напряжений: Изоляция и перенапряжения в электрических системах: Учебник для вузов | Москва: Энергоатомизда т, 1986 | 97 | |
| Л2. 2 | Разевиг Д.В. | Техника высоких напряжений: Учебник для вузов | Москва: Энергия, 1976 | 36 | |
| Л2. 3 | Костенко М.В. | Техника высоких напряжений: Учебное пособие | Москва: Высшая школа, 1973 | 19 | |
| Л2. 4 | Бочаров Ю. Н., Дудкин С. М., Титков В. В. | Техника высоких напряжений: учебное пособие | Санкт- Петербург: Издательство Политехническо го университета, 2013 | 1 | http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363032 |

7.1.3. Методические разработки

| | Авторы, | Заглавие | Издательство, | Кол-во | Эл. адрес |
|----------|--|---|-----------------------|--------|---|
| Л3. 1 | Яковкина Т.Н., Струмяляк А.В. | Техника высоких напряжений: Методические указания к выполнению лабораторных работ | Братск: БрГУ, 2007 | 1 | http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Энергетика%20-%20Автоматика/Яковкина%20Т.Н.Техника%20высоких%20напряжений.МУ.2007.pdf |

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1

7.3.1 Перечень программного обеспечения

| | |
|---------|---|
| 7.3.1.1 | Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN No Level |
| 7.3.1.2 | Adobe Acrobat Reader DC |
| 7.3.1.3 | Ай-Логос |

7.3.2 Перечень информационных справочных систем

| | |
|---------|---|
| 7.3.2.1 | Издательство "Лань" электронно-библиотечная система |
| 7.3.2.2 | «Университетская библиотека online» |
| 7.3.2.3 | Электронный каталог библиотеки БрГУ |
| 7.3.2.4 | Электронная библиотека БрГУ |
| 7.3.2.5 | Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" |
| 7.3.2.6 | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU |
| 7.3.2.7 | Национальная электронная библиотека НЭБ |
| 7.3.2.8 | Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ) |

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| | | |
|------|--|--|
| 1352 | Лаборатория техники высоких напряжений | Основное оборудование: Проектор NEC NP 210; Экран на треноге 100 Drapper Diplomat; Системный блок AMD - 2 шт.; Монитор TFT 17" LG Flatron - 2 шт.; Метеостанция; Аппарат высоковольтный испытательный СКАТ-70; Цифровой аппарат испытания трансформаторного масла АИМ-90Ц; Аппарат высоковольтный АВ-70-05 - 3 шт.; Аппарат испытания диэлектриков цифровой АИД-70Ц; Стенд ОЭБ1-С-Р (Основы электробезопасности); Тренажер-манекен Т12К «максим 111-01»; мост переменного тока СА7100-2. Дополнительно: Маркерная доска - 1 шт. Учебная мебель: Комплект мебели (посадочных мест) - 26 шт. Комплект мебели (посадочных мест) для преподавателя – 1 шт. |
| 1352 | Лаборатория техники высоких напряжений | Основное оборудование: Проектор NEC NP 210; Экран на треноге 100 Drapper Diplomat; Системный блок AMD - 2 шт.; Монитор TFT 17" LG Flatron - 2 шт.; Метеостанция; Аппарат высоковольтный испытательный СКАТ-70; Цифровой аппарат испытания трансформаторного масла АИМ-90Ц; Аппарат высоковольтный АВ-70-05 - 3 шт.; Аппарат испытания диэлектриков цифровой АИД-70Ц; Стенд ОЭБ1-С-Р (Основы электробезопасности); Тренажер-манекен Т12К «максим 111-01»; мост переменного тока СА7100-2. Дополнительно: Маркерная доска - 1 шт. Учебная мебель: Комплект мебели (посадочных мест) - 26 шт. Комплект мебели (посадочных мест) для преподавателя – 1 шт. |
| 1352 | Лаборатория техники высоких напряжений | Основное оборудование: Проектор NEC NP 210; Экран на треноге 100 Drapper Diplomat; Системный блок AMD - 2 шт.; Монитор TFT 17" LG Flatron - 2 шт.; Метеостанция; Аппарат высоковольтный испытательный СКАТ-70; Цифровой аппарат испытания трансформаторного масла АИМ-90Ц; Аппарат высоковольтный АВ-70-05 - 3 шт.; Аппарат испытания диэлектриков цифровой АИД-70Ц; Стенд ОЭБ1-С-Р (Основы электробезопасности); Тренажер-манекен Т12К «максим 111-01»; мост переменного тока СА7100-2. Дополнительно: Маркерная доска - 1 шт. Учебная мебель: Комплект мебели (посадочных мест) - 26 шт. Комплект мебели (посадочных мест) для преподавателя – 1 шт. |
| 2201 | читальный зал №1 | Комплект мебели (посадочных мест) Стеллажи Комплект мебели (посадочных мест) для библиотекаря Выставочные шкафы ПК i5-2500/H67/4Gb (монитор TFT19 Samsung) (10шт.); принтер HP Laser Jet P2055D (1шт.) |

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина Техника высоких напряжений направлена на ознакомление с видами изоляции оборудования высокого напряжения и видами перенапряжений в электрических сетях; с требованиями Правил устройства электроустановок применительно к выбору изоляционных расстояний и устройств защиты от перенапряжений; на получение навыков измерения и анализа диагностических параметров изоляции высоковольтного оборудования, а также навыков решения задач техники высоких напряжений с помощью специализированного программного обеспечения.

Изучение дисциплины Техника высоких напряжений предусматривает:

- лекции,
- лабораторные занятия,
- экзамен.

В ходе освоения раздела 1 «Изоляция и перенапряжения в электрических сетях» студенты должны уяснить:

- какие виды изоляции применяются в высоковольтном оборудовании;
- какие виды перенапряжений имеют место в электрических сетях.

В ходе освоения раздела 2 «Изоляция воздушных линий электропередач» студенты должны уяснить:

- какие общие свойства присущи внешней изоляции;
- каким образом происходит пробой воздушного промежутка;
- какие типы линейных изоляторов применяются на ВЛ.

В ходе освоения раздела 3 «Молниезащита воздушных линий» студенты должны уяснить:

- основные способы защита воздушных ЛЭП от прямых ударов молнии;
- требования Правил устройства электроустановок по грозозащите ВЛ.

В ходе освоения раздела 4 «Изоляция электрооборудования станций и подстанций, ЗРУ и ОРУ» студенты должны уяснить:

- какие общие свойства присущи внутренней изоляции;
- какие процессы протекают во внутренней изоляции;
- какие основные виды изоляционных конструкций применяются в электрооборудовании станций, подстанций, ЗРУ, ОРУ.

В ходе освоения раздела 5 «Молниезащита оборудования станций и подстанций» студенты должны уяснить:

- основные способы защиты оборудования станций и подстанций от прямых ударов молнии;
- способы защиты оборудования станций и подстанций от волн перенапряжений, набегающих со стороны ВЛ;
- основные типы защитных разрядников – их достоинства и недостатки.

В ходе освоения раздела 6 «Защита изоляции электрооборудования от внутренних перенапряжений» студенты должны уяснить:

- причины возникновения коммутационных перенапряжений;
- причины возникновения аварийных перенапряжений;
- основные способы ограничения внутренних перенапряжений

Необходимо овладеть навыками и умениями применять физико-математический аппарат для оценки надёжности молниезащиты открытых распределительных устройств и воздушных линий электропередачи.

В процессе изучения дисциплины рекомендуется на первом этапе обратить внимание на основные процессы, протекающие в изоляции под действием электрического поля.

При подготовке к экзамену рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам:

1. Виды перенапряжений
2. Общие сведения об изоляции воздушных линий. Диэлектрики в электрическом поле. Пробой воздушного промежутка
3. Факторы, влияющие на электрическую прочность воздушного промежутка
4. Время разряда и вольт-секундные характеристики воздушных промежутков
5. Разряды в воздухе вдоль поверхности изоляторов
6. Коронный разряд и его характеристики
7. Изоляция ВЛ на опорах. Линейные изоляторы
8. Молниезащита воздушных ЛЭП. Грозозащитные тросы. Зона защиты грозозащитных тросов
9. Перенапряжения при ударах молнии вблизи ВЛ
10. Требования ПУЭ по грозозащите воздушных линий
11. Виды внутренней изоляции
12. Общие свойства внутренней изоляции
13. Пробой жидких и твердых диэлектриков
14. Развитие частичных разрядов (ЧР) на переменном напряжении. Начальные и критические ЧР
15. Регулирование электрических полей во внутренней изоляции
16. Изоляция силовых трансформаторов
17. Изоляция вводов высокого напряжения
18. Изоляция силовых кабелей: требования к изоляции; виды изоляции и их достоинства и недостатки
19. Маркировка силовых кабелей
20. Кабели с вязкой пропиткой
21. Изоляция маслонаполненных кабелей
22. Изоляция газонаполненных кабелей
23. Изоляция кабелей с полиэтиленовой изоляцией
24. Изоляция силовых конденсаторов
25. Изоляция вращающихся машин
26. Изоляция высоковольтных
27. Защита электрооборудования станций и подстанций от прямых ударов молнии. Молниеотводы. Зоны защиты молниеотводов. Заземление молниеотводов
28. Вентильные разрядники (конструкция, принцип действия, особенности)
29. Нелинейные ограничители перенапряжений (конструкция, принцип действия, особенности)
30. Перенапряжения при плановом включении линии
31. Перенапряжения при отключении воздушных линий
32. Перенапряжения при АПВ на ВЛ
33. Перенапряжения при отключении силового трансформатора
34. Перенапряжения при отключении силового конденсатора
35. Перенапряжения при дуговых замыканиях на землю в сетях с изолированной нейтралью
36. Ограничение внутренних перенапряжений

В процессе проведения лабораторных работ происходит закрепление навыков измерения и анализа параметров изоляции высоковольтного оборудования, навыков решения задач техники высоких напряжений.

Самостоятельную работу необходимо начинать с изучения теоретического материала.

В процессе консультации с преподавателем необходимо выяснить все непонятные моменты.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературы.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий в интерактивной форме (в виде лекции-дискуссии, лекции-беседы, лекции с разбором конкретных ситуаций, просмотр и обсуждение видеоматериалов) в сочетании с внеаудиторной работой.