

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ АГРОИНЖЕНЕРИИ ФГБОУ ВО ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГАУ

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора Института агроинженерии

 _____ С.Д. Шепелёв

« 23 » апреля 2020 г.

Кафедра «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов»

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.14 ТЕХНИКА ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ

Направления подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профиль – **Электроснабжение**

Уровень высшего образования – **бакалавриат**

Квалификация - **бакалавр**

Форма обучения – **очная**

Челябинск
2020

Рабочая программа дисциплины «Техника высоких напряжений» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 144. Программа предназначена для подготовки бакалавра по направлению **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль Электроснабжение**.

Настоящая рабочая программа дисциплины составлена в рамках основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) и учитывает особенности обучения при инклюзивном образовании лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов.

Составители: кандидат технических наук, доцент каф. ЭАТП Ильин Ю.П.,
кандидат технических наук, доцент каф. ЭАТП Белов А. В.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов»
« 17 » апреля 2020 г. (протокол № 8)

Зав. кафедрой ЭАТП,
доктор технических наук, профессор

В. М. Попов

Рабочая программа дисциплины одобрена методической комиссией энергетического факультета

« 21 » апреля 2019 г. (протокол № 4)

Председатель методической комиссии,
кандидат технических наук, доцент

В.А.Захаров

Директор Научной библиотеки



Е. Л. Лебедева

Содержание

| | |
|---|----|
| 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП..... | 4 |
| 1.1 Цель и задачи дисциплины..... | 4 |
| 1.2. Компетенции и индикаторы их достижений | 4 |
| 2. Место дисциплины в структуре ОПОП | 5 |
| 3. Объем дисциплины и виды учебной работы..... | 5 |
| 3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы | 5 |
| 3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам..... | 5 |
| 4. Структура и содержание программы | 7 |
| 4.1 Содержание дисциплины..... | 7 |
| 4.2 Содержание лекций..... | 8 |
| 4.3 Содержание практических занятий | 9 |
| 4.4 Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся | 10 |
| 4.5. Примерная тематика контрольной работы | 12 |
| 5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся..... | 12 |
| 6. Фонд оценочных средств для проведения | 12 |
| промежуточной аттестации обучающихся | 12 |
| 7. Основная и дополнительная литература, необходимая для освоения дисциплины | 12 |
| 8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины..... | 13 |
| 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины | 14 |
| 10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем | 14 |
| 11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине..... | 14 |
| ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ | 16 |
| ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ | 31 |

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

1.1 Цель и задачи дисциплины

Бакалавр по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника должен быть подготовлен к решению задач профессиональной деятельности следующих типов: технологической, эксплуатационной и проектной.

Цель дисциплины – сформировать у обучающихся систему знаний по технике высоких напряжений, а также расчета показателей функционирования технологического оборудования и обеспечения требуемых режимов технологических процессов.

Задачи дисциплины:

- подготовить обучающегося к применению знаний по технике высоких напряжений, овладению методиками расчета показателей технологического оборудования;
- формировать способность определять последствия аварийного функционирования технологического оборудования;
- формировать навыки и умение учитывать взаимное влияние электрооборудования.

1.2. Компетенции и индикаторы их достижений

Код и наименование компетенции ПК-4 – Способен осуществлять расчет показателей функционирования технологического оборудования и систем технологического оборудования объектов профессиональной деятельности.

| Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине | | |
|--|---|--|---|
| | знания | умения | навыки |
| ИД-1.ПК-4 Владеет методиками расчета показателей технологического оборудования | Обучающийся должен знать: методики расчета показателей технологического оборудования Б1.В.14-3.1 | Обучающийся должен уметь: рассчитывать показатели технологического оборудования по типовым методикам Б1.В.14-У.1 | Обучающийся должен владеть: навыками расчета показателей технологического оборудования по типовым методикам Б1.В.14-Н.1 |
| ИД-3.ПК-4 Демонстрирует умение определять последствия аварийного функционирования технологического оборудования | Обучающийся должен знать: основы проверки элементов электроустановок на термическую, электродинамическую и механическую прочность в условиях коротких замыканий. Б1.В.14-3.2 | Обучающийся должен уметь: производить проверочные расчеты элементов электроустановок на термическую, электродинамическую и механическую прочность в условиях КЗ Б1.В.14-У.2 | Обучающийся должен владеть: навыками проверки элементов электроустановок на термическую, электродинамическую и механическую прочность в условиях коротких замыканий. Б1.В.14-Н.2 |

Код и наименование компетенции ПК-5 – Способен осуществлять ведение режимов работы технологического оборудования и систем технологического оборудования объектов профессиональной деятельности

| Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции) | Планируемые результаты обучения при прохождении практики (ЗУН) | | |
|---|--|---|--|
| | знания | умения | навыки |
| ИД-6 ПК-5 Показывает умение учитывать взаимное влияние электрооборудования | Обучающийся должен знать: характер и способы оценки взаимного влияния электрооборудования Б1.В.14-3.3 | Обучающийся должен уметь: учитывать взаимное влияние электрооборудования Б1.В.14-У.3 | Обучающийся должен владеть навыками учёта взаимного влияния электрооборудования Б1.В.14-Н.3 |

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Техника высоких напряжений» относится к части Блока 1 (**Б1.В.14**), формируемой участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 **Электроэнергетика и электротехника**, профиль – **Электроснабжение**.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы (ЗЕТ), 108 академических часа (далее часов). Дисциплина изучается на 4-м курсе в 7 семестре

3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы

| Вид учебной работы | Всего часов / зачетных единиц |
|--|-------------------------------|
| Контактная работа (всего) | 64 |
| В том числе: | |
| Лекции | 32 |
| Практические / семинарские занятия (ПЗ / СЗ) | 32 |
| Самостоятельная работа обучающихся | 44 |
| В том числе | |
| Подготовка к практическим / семинарским занятиям | 12 |
| Самостоятельное изучение материала | 20 |
| Выполнение контрольной работы | 12 |
| Контроль | 0 |
| Общая трудоемкость | 108/3 |

3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам

| № п/п | Наименование раздела и темы | Всего час. | В том числе | | | | |
|------------------|---|------------|-------------------|----|----|-----|----------|
| | | | Контактная работа | | | СРС | Контроль |
| | | | Лекции | ПР | ЛР | | |
| 7 семестр | | | | | | | |
| 1 | Введение История развития дисциплины «Техника | 6 | 2 | 0 | 0 | 4 | х |

| | | | | | | | |
|---|---|------------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|
| | высоких напряжений». | | | | | | |
| 2 | Разряды в газах Ионизационные процессы в газах. Понятие плазмы. Виды ионизации.. Закон Пашена. | 15 | 4 | 4 | 0 | 7 | x |
| 3 | Разряды в жидких диэлектриках Разряд вдоль проводящей и загрязненной поверхности изолятора. Пробой жидких диэлектриков. | 15 | 4 | 4 | 0 | 7 | x |
| 4 | Пробой твердых диэлектриков Механизмы пробоя твердых диэлектриков (электрический, тепловой, электрическое старение). | 19 | 6 | 6 | 0 | 7 | x |
| 5 | Высоковольтная изоляция Высоковольтная изоляция (классификация). Высоковольтные изоляторы Изоляция высоковольтных конденсаторов и силовых трансформаторов. | 21 | 6 | 8 | 0 | 7 | x |
| 6 | Высоковольтное оборудование и измерения Методы обнаружения частичных разрядов. Методы регистрации высокочастотных составляющих ЧР (ИЧР). | 15 | 4 | 4 | 0 | 7 | x |
| 7 | Перенапряжения и защита от них Классификация перенапряжений. Внутренние перенапряжения. Грозозащита ВЛ и ПС. Защита от прямых ударов молнии. Зона защиты стержневого молниеотвода. Зона защиты тросового молниеотвода.. | 17 | 6 | 6 | 0 | 5 | x |
| | Контроль | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Итого за 7 семестр | 108 | 32 | 32 | 0 | 44 | 0 |

4. Структура и содержание программы

4.1 Содержание дисциплины

Введение

История развития дисциплины техника высоких напряжений. Конфигурация полей.

Разряды в газах

Ионизационные процессы в газах. Понятие плазмы. Виды ионизации. Поверхностная ионизация. Лавина электронов. Лавинная форма развития разряда. Условие самостоятельности разряда. Образование стримера. Механизм развития катодного стримера. Закон Пашена. Способы увеличения пробивного напряжения газов. Разряд в неоднородных полях. Коронный разряд (в лавинной и стримерной формах). Понятие барьерного эффекта. Влияние времени приложения U на электрическую прочность газовой изоляции (Вольт – секундная характеристика - ВСХ). Коронный разряд на проводах воздушных линий (зависимости Пика и Майра). Коронный разряд на постоянном U (униполярная и биполярная короны). Механизм развития коронного разряда на переменном напряжении. Потери энергии при коронировании на линиях сверхвысокого U (зависимость Л. Егоровой и Н. Тиходеева). Разряд в воздухе по поверхности изоляторов. Влияние гигроскопичности на разрядное напряжение промежутка с твердым диэлектриком. Зависимость Теплера.

Разряды в жидких диэлектриках

Разряд вдоль проводящей и загрязненной поверхности изолятора. Пробой жидких диэлектриков (общая характеристика и основные факторы). Влияние влаги на пробой жидких диэлектриков. Влияние давления на пробой жидких диэлектриков. Влияние температуры на пробой жидких диэлектриков. Влияние времени воздействия напряжения на пробой жидких диэлектриков. Влияние материала, геометрии электродов, расстояния между ними и полярности на пробой жидких диэлектриков. Влияние барьера на пробивное напряжение масляного промежутка.

Пробой твердых диэлектриков

Механизмы пробоя твердых диэлектриков (электрический, тепловой, электрическое старение). Развитие теплового пробоя в твердом диэлектрике. Понятие о частичных разрядах.

Высоковольтная изоляция

Высоковольтная изоляция (классификация). Высоковольтные изоляторы (линейные, станционно-аппаратные). Изоляция высоковольтных конденсаторов и силовых трансформаторов. Изоляция высоковольтных кабелей и электрических машин.

Профилактика изоляции (задачи и цели). Измерение сопротивления изоляции (токов утечки).

Измерение $\text{tg } \delta$.

Высоковольтное оборудование и измерения

Методы обнаружения частичных разрядов. Методы регистрации высокочастотных составляющих ЧР (ИЧР). Контроль влажности изоляции. Испытание повышенным напряжением. Установки для получения высоких переменных и постоянных напряжений. Каскадный генератор постоянного тока. Импульсные испытательные установки. Генератор импульсных токов (ГИТ). Измерение высоких напряжений (шаровые разрядники и электростатические вольтметры). Делители напряжения (омический, емкостной и смешанный)

Перенапряжения и защита от них

Классификация перенапряжений. Внутренние перенапряжения. Грозозащита ВЛ и ПС. Защита от прямых ударов молнии. Зона защиты стержневого молниеотвода.

Зона защиты тросового молниеотвода. Грозоупорность объектов ВЛ. Средства защиты от перенапряжений (Открытые искровые промежутки, вентильные и трубчатые разрядники, ограничители перенапряжений). Волновые процессы в линиях. Преломление и отражение волн в узловых точках. Перенапряжения при несимметричном отключении фаз. Волновые процессы в обмотках трансформаторов. Начальное распределение напряжения вдоль обмоток трансформаторов. Установившийся режим (или принужденный режим) в обмотке трансформатора. Переходный процесс в обмотке трансформатора. Распределение напряжения вдоль обмоток 3-х фазного трансформатора. Переходный процесс в обмотке трансформатора при схемах соединения обмоток трансформатора звезда с заземленной и изолированной нейтралью. Переходный процесс в обмотке трансформатора при схеме соединения обмоток трансформатора в Δ . Передача волн перенапряжения из одной обмотки в другую. Перенапряжения при отключении ненагруженных ЛЭП и конденсаторов. Перенапряжения при дуговых замыканиях на землю. Использование дугогасящих аппаратов. Коммутационные и дуговые перенапряжения в электрических системах. Резонансные перенапряжения и защита от них. Особенности защиты сетей напряжением 0,38 кВ от грозовых перенапряжений.

Особенности защиты сетей напряжением 6-10 кВ от грозовых перенапряжений.

Перенапряжения на оборудовании, подключенном к линии. Распространение волн перенапряжений вдоль проводов линий. Характеристика грозовой деятельности и параметры молний. Общая характеристика защитных мероприятий от перенапряжений.

Общая характеристика перенапряжений. Основные причины возникновения аварийных режимов на объектах электроэнергетики, вызванные воздействием сильных электрических полей и электроразрядных процессов. Испытания изоляции повышенным напряжением (методы испытаний). Испытания изоляции кабелей, трансформаторов и высоковольтных вводов. Классификация изоляции высоковольтного оборудования. Виды внутренней изоляции

4.2 Содержание лекций

| № п/п | Наименование лекций | Количество часов |
|------------------|--|------------------|
| 7 семестр | | |
| 1 | Введение История развития дисциплины техника высоких напряжений. Конфигурация полей. | 2 |
| 2 | Разряды в газах Ионизационные процессы в газах. Понятие плазмы. Виды ионизации. Поверхностная ионизация. Лавина электронов. Лавинная форма развития разряда. Условие самостоятельности разряда. Образование стримера. Механизм развития катодного стримера. Закон Пашена. Способы увеличения пробивного напряжения газов. Разряд в неоднородных полях. Коронный разряд (в лавинной и стримерной формах). Понятие барьерного эффекта. | 4 |
| 3 | Разряды в жидких диэлектриках Влияние влаги на пробой жидких диэлектриков. Влияние давления на пробой жидких диэлектриков. Влияние температуры на пробой жидких диэлектриков. Влияние времени воздействия напряжения на пробой жидких диэлектриков. | 4 |
| 4 | Пробой твердых диэлектриков | 6 |

| | | |
|---|---|-----------|
| | Механизмы пробоя твердых диэлектриков (электрический, тепловой, электрическое старение). Развитие теплового пробоя в твердом диэлектрике. | |
| 5 | Высоковольтная изоляция Высоковольтная изоляция (классификация). Высоковольтные изоляторы (линейные, станционно-аппаратные). | 6 |
| 6 | Высоковольтное оборудование и измерения Методы обнаружения частичных разрядов. Методы регистрации высокочастотных составляющих ЧР (ИЧР). Контроль влажности изоляции. Испытание повышенным напряжением. Установки для получения высоких переменных и постоянных напряжений. Каскадный генератор постоянного тока. Импульсные испытательные установки. Генератор импульсных токов (ГИТ). | 4 |
| 7 | Перенапряжения и защита от них Классификация перенапряжений. Внутренние перенапряжения. Грозозащита ВЛ и ПС. Защита от прямых ударов молнии. Зона защиты стержневого молниеотвода. Зона защиты тросового молниеотвода. Грозоупорность объектов ВЛ. Средства защиты от перенапряжений (Открытые искровые промежутки, вентильные и трубчатые разрядники, ограничители перенапряжений). Особенности защиты сетей напряжением 0,38 кВ от грозовых перенапряжений. Особенности защиты сетей напряжением 6-10 кВ от грозовых перенапряжений. Общая характеристика перенапряжений. Основные причины возникновения аварийных режимов на объектах электроэнергетики, вызванные воздействием сильных электрических полей и электроразрядных процессов. Испытания изоляции повышенным напряжением (методы испытаний). Испытания изоляции кабелей, трансформаторов и высоковольтных вводов. Классификация изоляции высоковольтного оборудования. | 6 |
| | Итого за 7 семестр | 32 |

4.3 Содержание практических занятий

| № п/п | Наименование практических занятий | Количество часов |
|-------|---|------------------|
| | 7 семестр | |
| 1 | Разряды в газах. Влияние времени приложения U на электрическую прочность газовой изоляции (Вольт – секундная характеристика - ВСХ). Коронный разряд на проводах воздушных линий (зависимости Пика и Майра). Коронный разряд на постоянном U (униполярная и биполярная короны). Механизм развития коронного разряда на переменном напряжении. Потери энергии при коронировании на линиях сверхвысокого U (зависимость Л. Егоровой и Н. Тиходеева). Разряд в воздухе по поверхности изоляторов. Влияние гигроскопичности на разрядное напряжение промежутка с твердым диэлектриком. Зависимость Теплера. | 4 |
| 2 | Разряды в жидких диэлектриках. Разряд вдоль проводящей и загрязненной поверхности изолятора. Пробой жидких диэлектриков | 4 |

| | | |
|---|---|-----------|
| | (общая характеристика и основные факторы). Влияние влаги на пробой жидких диэлектриков. Влияние давления на пробой жидких диэлектриков. Влияние температуры на пробой жидких диэлектриков. | |
| 3 | Пробой твердых диэлектриков. Механизмы пробоя твердых диэлектриков (электрический, тепловой, электрическое старение). Развитие теплового пробоя в твердом диэлектрике. Понятие о частичных разрядах. | 6 |
| 4 | Высоковольтная изоляция. Изоляция высоковольтных кабелей и электрических машин. Профилактика изоляции (задачи и цели). Измерение сопротивления изоляции (токов утечки). Измерение $\text{tg } \delta$. | 8 |
| 5 | Высоковольтное оборудование и измерения. Испытание повышенным напряжением. Установки для получения высоких переменных и постоянных напряжений. Каскадный генератор постоянного тока. Импульсные испытательные установки. Генератор импульсных токов (ГИТ). Измерение высоких напряжений (шаровые разрядники и электростатические вольтметры). Делители напряжения (омический, емкостной и смешанный). | 4 |
| 6 | Перенапряжения и защита от них Коммутационные и дуговые перенапряжения в электрических системах. Резонансные перенапряжения и защита от них. Особенности защиты сетей напряжением 0,38 кВ от грозových перенапряжений. Особенности защиты сетей напряжением 6-10 кВ от грозových перенапряжений. Перенапряжения на оборудовании, подключенном к линии. Общая характеристика перенапряжений. Основные причины возникновения аварийных режимов на объектах электроэнергетики, вызванные воздействием сильных электрических полей и электроразрядных процессов. Испытания изоляции повышенным напряжением (методы испытаний). Испытания изоляции кабелей, трансформаторов и высоковольтных вводов. Классификация изоляции высоковольтного оборудования. Виды внутренней изоляции. | 6 |
| | . Итого по 7 семестру | 32 |

4.4 Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся

4.4.1. Виды самостоятельной работы обучающихся

| Виды самостоятельной работы обучающихся | Количество часов |
|--|------------------|
| Подготовка к практическим / семинарским занятиям | 12 |
| Самостоятельное изучение материала | 20 |
| Выполнение контрольной работы | 12 |
| Итого | 44 |

4.5.2. Содержание вопросов, изучаемых обучающимися самостоятельно

| № п/п | Наименование изучаемых тем или вопросов | Количество часов |
|------------------|--|------------------|
| 7 семестр | | |
| 1 | Введение Конфигурация полей . История развития ТВН | 4 |
| 2 | Разряды в газах. Поверхностная ионизация. Лавина электронов. Лавинная форма развития разряда. Условие самостоятельности разряда. Образование стримера. Механизм развития катодного стримера. Закон Пашена. Способы увеличения пробивного напряжения газов. Разряд в неоднородных полях. Коронный разряд (в лавинной и стримерной формах). Понятие барьерного эффекта. Влияние времени приложения U на электрическую прочность газовой изоляции (Вольт – секундная характеристика - ВСХ). Коронный разряд на проводах воздушных линий (зависимости Пика и Майра). | 7 |
| 3 | Разряды в жидких диэлектриках. Влияние давления на пробой жидких диэлектриков. Влияние температуры на пробой жидких диэлектриков. Влияние времени воздействия напряжения на пробой жидких диэлектриков. Влияние материала, геометрии электродов, расстояния между ними и полярности на пробой жидких диэлектриков. Влияние барьера на пробивное напряжение масляного промежутка. | 7 |
| 4 | Пробой твердых диэлектриков. Механизмы пробоя твердых диэлектриков (электрический, электрическое старение). Развитие теплового пробоя в твердом диэлектрике. | 7 |
| 5 | Высоковольтная изоляция. Высоковольтные изоляторы (линейные, станционно-аппаратные). Изоляция высоковольтных конденсаторов и силовых трансформаторов. Изоляция высоковольтных кабелей и электрических машин. | 7 |
| 6 | Высоковольтное оборудование и измерения. Методы обнаружения частичных разрядов. Методы регистрации высокочастотных составляющих ЧР (ИЧР). Импульсные испытательные установки. Генератор импульсных токов (ГИТ). Измерение высоких напряжений (шаровые разрядники и электростатические вольтметры). Делители напряжения (омический, емкостной и смешанный) | 7 |
| 7 | Перенапряжения и защита от них. Перенапряжения при несимметричном отключении фаз. Волновые процессы в обмотках трансформаторов. Начальное распределение напряжения вдоль обмоток трансформаторов. Установившийся режим (или принужденный режим) в обмотке трансформатора. Переходный процесс в обмотке трансформатора. Распределение напряжения вдоль обмоток 3-х фазного трансформатора. Переходный процесс в обмотке трансформатора при схемах соединения обмоток трансформатора звезда с заземленной и изолированной нейтралью. Переходный процесс в обмотке трансформатора при схеме соединения обмоток трансформатора в Δ . Использование дугогасящих аппаратов. Коммутационные и дуговые перенапряжения в электрических системах. Резонансные перенапряжения и защита от них | 5 |
| | Итого за 7 семестр | 44 |

4.5. Примерная тематика контрольной работы

В целях закрепления знаний, полученных за время аудиторных занятий и самостоятельно, обучающимся предлагается выполнить контрольную работу «Защита подстанции от прямых ударов молнии». Контрольная работа предусматривается как форма отчётности по самостоятельной работе обучающихся.

Содержание контрольной работы.

Необходимо по исходным данным, заданным преподавателем (площадь ОРУ подстанции, высота оборудования), определить:

1. оптимальное число стержневых молниеприемников,
2. высоту стержневых молниеприемников,
3. зону защиты от прямых ударов молнии.

Методические указания по выполнению контрольной работы приведены в учебно-методических разработках (п.5).

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Учебно-методические разработки имеются на кафедре ЭАТП, в научной библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

1. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов по дисциплине "Техника высоких напряжений" [Электронный ресурс] : направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль Электроснабжение. Форма обучения - очная, заочная / сост. Ю. П. Ильин, А. В. Белов; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2020 .— 28 с. : ил., табл. — С прил.

Режим доступа из локальной сети <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/80.pdf>

2. Техника высоких напряжений [Электронный ресурс] : практикум для выполнения лабораторных работ и контрольных заданий / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии ; сост.: А. В. Белов, Ю. П. Ильин .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2019 .— 64 с. : ил., табл. — Библиогр.: с. 62 (5 назв.) .— 1 МВ .— Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/76.pdf>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Для установления соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС ВО разработан фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине. Фонд оценочных средств представлен в Приложении №1.

7. Основная и дополнительная литература, необходимая для освоения дисциплины

Основная и дополнительная учебная литература имеется в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

Основная литература

1. Ильин Ю. П. Электроснабжение сельского хозяйства (сетевая часть) [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю. П. Ильин, С. К. Шерьязов; ЧГАА - Челябинск: ЧГАА, 2011 - 176 с. - Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/esh/5.pdf>. - Доступ из сети Интернет: <http://188.43.29.221:8080/webdocs/esh/5.pdf>.

2. Белов А. В. Электрические станции и подстанции. Расчет подстанций [Электронный ресурс]: учеб. пособие [для студентов факультета электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства, обучающихся по направлению подготовки 140200 - "Электроэнергетика"] / А. В. Белов, Ю. П. Ильин; ЧГАА - Челябинск: ЧГАА, 2014 - 123 с. - Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/esh/12.pdf>.

3. Бочаров, Ю.Н. Техника высоких напряжений : учебное пособие / Ю.Н. Бочаров, С.М. Дудкин, В.В. Титков ; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. – Санкт-Петербург : Издательство Политехнического университета, 2013. – 265 с. : схем., ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363032> (дата обращения: 26.04.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7422-3998-7. – Текст : электронный.

4. Титков, В. В. Перенапряжения и молниезащита : учебное пособие / В. В. Титков, Ф. Х. Халилов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-2286-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75522> (дата обращения: 25.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Горелов, С.В. Изоляция и перенапряжения в системах электроснабжения : учебное пособие / С.В. Горелов, Л.Н. Татьянченко, С.О. Хомутов. – 2-е изд., стер. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. – Ч. 1. – 117 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430452> (дата обращения: 25.04.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4475-6579-4. – DOI 10.23681/430452. – Текст : электронный.

Дополнительная литература

1. Лещинская Т. Б. Электроснабжение сельского хозяйства [Текст] / Т. Б. Лещинская, И. В. Наумов - М.: КолосС, 2008 - 655 с.

2. Техника высоких напряжений [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. А. Бутенко [и др.] ; ТПУ. — Томск: Изд-во ТПУ, 2008. — 121 с. : ил. — С прил. — Библиогр.: с. 116-117 (13 назв.) .— 1,5МВ. — Доступ из локальной сети.
<http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/knigi/1.pdf>

3. Техника высоких напряжений [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. А. Бутенко [и др.] ; ТПУ. — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — 120 с. : ил. — С прил. — Библиогр.: с. 116 (12 назв.) .— 2,3МВ. — Доступ из локальной сети.
<http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/knigi/2.pdf>

Периодические издания:

1. «Промышленная энергетика»
2. «Новости ЭлектроТехники»
3. «АПК России».

8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины

1. Единое окно доступа к учебно-методическим разработкам <https://юургау.рф>
2. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
3. Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Учебно-методические разработки имеются на кафедре ЭАТП, в научной библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

1. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов по дисциплине "Техника высоких напряжений" [Электронный ресурс] : направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль Электроснабжение. Форма обучения - очная, заочная / сост. Ю. П. Ильин, А. В. Белов; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2020 .— 28 с. : ил., табл. — С прил.

Режим доступа из локальной сети <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/80.pdf>

2. Техника высоких напряжений [Электронный ресурс] : практикум для выполнения лабораторных работ и контрольных заданий / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии ; сост.: А. В. Белов, Ю. П. Ильин .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2019 .— 64 с. : ил., табл. — Библиогр.: с. 62 (5 назв.) .— 1 МВ .— Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/76.pdf>

10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Стенды лабораторные:

Изучение устройств защиты электроустановок от прямого попадания молнии

Изучение устройств защиты от наведенного перенапряжения

Исследование работы грозозащитной аппаратуры

Оборудование помещения для самостоятельной работы 454080, г. Челябинск, проспект Ленина 75, главный корпус, аудитория № 303

Ноутбук HP 615 (VC289EA) RM76/2G/320/DVDR W/HD3200/DOS/15.6;

Персональный компьютер в комплекте:

системный блок Pentium E 5400 2.7GHZ, жесткий диск 250 Gb, монитор 19" LCD, клавиатура, манипулятор «мышь» – 30 шт.;

Принтер CANON LBP-1120 лазерный;

Экран с электроприводом;

ИК пульт ДУ для экрана с электроприводом;

Колонки 5+1 SVEN ИО.

В Научной библиотеке с терминальных станций предоставляется доступ к базам данных:

MyTestXPRo 11.0 (Сублицензионный договор № А0009141844/165/44 от 04.07.2017)

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows PRO 10 Russian Academic OLP 1License NoLevel Legalization GetGenuine (Лицензионный договор № 11354/410/44 от 25.12.2018 г.; №008/411/44 от 25.12.2018 г.)

КОМПАС 3D v18 (Сублицензионный договор № КАД-18-0863 от 06.07.2018 г.)

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Перечень аудиторий кафедры ЭАТП

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

1. Аудитория 108э, оснащенная мультимедийным комплексом (компьютер, видеопроектор);

2. Аудитория 115э, оснащенная наглядными образцами оборудования подстанций, лабораторным оборудованием.
3. Помещение 109э оснащенное компьютерной техникой.
4. Помещение 303 для самостоятельной работы, оснащенное компьютерной техникой и подключением к сети «Интернет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

СОДЕРЖАНИЕ

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Компетенции их индикаторы, формируемые в процессе освоения дисциплины | 17 |
| 2 | Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций | 17 |
| 3 | Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП | 18 |
| 4 | Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций | 20 |
| 4.1 | Оценочные средства при проведении текущего контроля успеваемости | 20 |
| 4.1.1 | Ответ на практическом занятии | 20 |
| 4.1.2 | Тестирование | 21 |
| 4.1.3 | Контрольная работа | 24 |
| 4.2 | Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации | 25 |
| 4.2.1 | Зачет с оценкой | 25 |

1. Компетенции их индикаторы, формируемые в процессе освоения дисциплины

Код и наименование компетенции ПК-4 – Способен осуществлять расчет показателей функционирования технологического оборудования и систем технологического оборудования объектов профессиональной деятельности.

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Формируемые ЗУН | | | Наименование оценочных средств | |
|--|---|--|---|---|--------------------------|
| | знания | умения | навыки | Текущая аттестация | Промежуточная аттестация |
| ИД-1.ПК-4 Владеет методиками расчета показателей технологического оборудования | Обучающийся должен знать: методики расчета показателей технологического оборудования Б1.В.14-3.1 | Обучающийся должен уметь: рассчитывать показатели технологического оборудования по типовым методикам Б1.В.14-У.1 | Обучающийся должен владеть: навыками расчета показателей технологического оборудования по типовым методикам Б1.В.14-Н.1 | 1. Опрос на практическом занятии 2. Контрольная работа | 1. Зачет с оценкой. |
| ИД-3.ПК-4 Демонстрирует умение определять последствия аварийного функционирования технологического оборудования | Обучающийся должен знать: основы проверки элементов электроустановок на термическую, электродинамическую и механическую прочность в условиях коротких замыканий. Б1.В.14-3.2 | Обучающийся должен уметь: производить проверочные расчеты элементов электроустановок на термическую, электродинамическую и механическую прочность в условиях КЗ Б1.В.14-У.2 | Обучающийся должен владеть: навыками проверки элементов электроустановок на термическую, электродинамическую и механическую прочность в условиях коротких замыканий. Б1.В.14-Н.2 | 1. Опрос на практическом занятии 2. Контрольная работа | 1. Зачет с оценкой. |

Код и наименование компетенции ПК-5 – Способен осуществлять ведение режимов работы технологического оборудования и систем технологического оборудования объектов профессиональной деятельности

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Формируемые ЗУН | | | Наименование оценочных средств | |
|---|--|---|---|---|--------------------------|
| | знания | умения | навыки | Текущая аттестация | Промежуточная аттестация |
| ИД-6 ПК-5 Показывает умение учитывать взаимное влияние электрооборудования | Обучающийся должен знать: характер и способы оценки взаимного влияния электрооборудования Б1.В.14-3.3 | Обучающийся должен уметь: учитывать взаимное влияние электрооборудования Б1.В.14-У.3 | Обучающийся должен владеть: навыками учёта взаимного влияния электрооборудования Б1.В.14-Н.3 | 1. Опрос на практическом занятии 2. Контрольная работа | 1. Зачет с оценкой. |

2. Показатели, критерии и шкала оценивания индикаторов достижения компетенций

Код и наименование индикатора компетенции: ИД-1 пк-4 – Владеет методиками расчета показателей технологического оборудования

| Показатели Оценивания (ЗУН) | Критерии и шкала оценивания результатов обучения при прохождении практики | | | |
|-----------------------------|--|---|--|--|
| | Недостаточный уровень | Достаточный Уровень | Средний уровень | Высокий уровень |
| Б1.В.14-3.1 | Обучающийся не знает: основные методики расчета показателей технологического оборудования | Обучающийся слабо знает: основные методики расчета показателей технологического оборудования | Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает: основные методики расчета показателей технологического оборудования | Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает: основные методики расчета показателей технологического оборудования |
| Б1.В.14-У.1 | Обучающийся не умеет: применять известные методики для расчета показателей технологического оборудования | Обучающийся слабо умеет: применять известные методики для расчета показателей технологического оборудования | Обучающийся с незначительными затруднениями умеет: применять известные методики для расчета показателей технологического оборудования | Обучающийся умеет: применять известные методики для расчета показателей технологического оборудования |
| Б1.В.14-Н.1 | Обучающийся не владеет навыками расчета показателей технологического оборудования | Обучающийся слабо владеет навыками расчета показателей технологического оборудования | Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками расчета показателей технологического оборудования | Обучающийся свободно владеет навыками расчета показателей технологического оборудования |

Код и наименование индикатора компетенции: ИД-3 пк-4 – Демонстрирует умение определять последствия аварийного функционирования технологического оборудования

| Показатели Оценивания (ЗУН) | Критерии и шкала оценивания результатов обучения при прохождении практики | | | |
|-----------------------------|---|--|--|--|
| | Недостаточный уровень | Достаточный Уровень | Средний уровень | Высокий уровень |
| Б1.В.14-3.2 | Обучающийся не знает: аварийные режимы оборудования и способы оценки их последствий | Обучающийся слабо знает: аварийные режимы оборудования и способы оценки их последствий | Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает: аварийные режимы оборудования и способы оценки их последствий | Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает: аварийные режимы оборудования и способы оценки их последствий |
| Б1.В.14-У.2 | Обучающийся не умеет: определять последствия аварийного функционирования технологического | Обучающийся слабо умеет: определять последствия аварийного функционирования технологического | Обучающийся с незначительными затруднениями умеет: определять последствия аварийного | Обучающийся умеет: определять последствия аварийного функционирования технологического |

| | | | | |
|-------------|---|--|---|---|
| | оборудования | оборудования | функционирования технологического оборудования | оборудования |
| Б1.В.14-Н.2 | Обучающийся не владеет навыками определения последствий аварийного функционирования технологического оборудования | Обучающийся слабо владеет навыками определения последствий аварийного функционирования технологического оборудования | Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками определения последствий аварийного функционирования технологического оборудования | Обучающийся свободно владеет навыками определения последствий аварийного функционирования технологического оборудования |

Код и наименование индикатора компетенции: ИД-6 пк-5 – Показывает умение учитывать взаимное влияние электрооборудования

| Показатели Оценивания (ЗУН) | Критерии и шкала оценивания результатов обучения при прохождении практики | | | |
|-----------------------------|---|--|--|--|
| | Недостаточный уровень | Достаточный Уровень | Средний уровень | Высокий уровень |
| Б1.В.14-3.3 | Обучающийся не знает: характер и способы оценки взаимного влияния электрооборудования | Обучающийся слабо знает: характер и способы оценки взаимного влияния электрооборудования | Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает: характер и способы оценки взаимного влияния электрооборудования | Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает: характер и способы оценки взаимного влияния электрооборудования |
| Б1.В.14-У.3 | Обучающийся не умеет: учитывать взаимное влияние электрооборудования | Обучающийся слабо умеет: учитывать взаимное влияние электрооборудования | Обучающийся с незначительными затруднениями умеет: учитывать взаимное влияние электрооборудования | Обучающийся умеет: учитывать взаимное влияние электрооборудования |
| Б1.В.14-Н.3 | Обучающийся не владеет навыками учёта взаимного влияния электрооборудования | Обучающийся слабо владеет навыками учёта взаимного влияния электрооборудования | Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками учёта взаимного влияния электрооборудования | Обучающийся свободно владеет навыками учёта взаимного влияния электрооборудования |

3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП

Учебно-методические разработки имеются на кафедре ЭАТП, в научной библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

1. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов по дисциплине "Техника высоких напряжений" [Электронный ресурс] : направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль Электроснабжение. Форма обучения - очная, заочная / сост. Ю. П. Ильин, А. В. Белов; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2020 .— 28 с. : ил., табл. — С прил.

Режим доступа из локальной сети <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/80.pdf>

2. Техника высоких напряжений [Электронный ресурс] : практикум для выполнения лабораторных работ и контрольных заданий / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии ; сост.: А. В. Белов, Ю. П. Ильин .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2019 .— 64 с. : ил., табл. — Библиогр.: с. 62 (5 назв.) .— 1 МВ .— Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/76.pdf>

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

4.1. Оценочные средства при проведении текущего контроля успеваемости

4.1.1. Опрос на практическом занятии

Ответ на практическом занятии используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным вопросам и темам дисциплины. Темы и планы занятий (см. методразработки п. 3) заранее сообщаются обучающимся. Ответ оценивается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

| № | Оценочные средства | Код и наименование индикатора компетенции |
|---|---|--|
| | Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины | |
| 1 | 1. В чем состоит методика технологического расчета оборудования, т.е. выбор типов и определение необходимого числа единиц оборудования для выполнения тех или иных операций, времени его работы и коэффициента использования? 2. Как определить требуемую номинальную мощность силового трансформатора? 3. Как выбирают высоковольтный выключатель? | ИД-1 ПК-4 Владеет методиками расчета показателей технологического оборудования |
| 2 | 1. К чему приводит межвитковое замыкание в трансформаторе? 2. Как снизить ущерб, возможный при коротком замыкании в трансформаторе? 3. Существующие методы защиты трансформаторов от последствий короткого замыкания? | ИД-3 ПК-4 Демонстрирует умение определять последствия аварийного функционирования технологического оборудования |
| 3 | 1. Что такое внешнее влияние ЛЭП на сети связи? 2. Что такое взаимное влияние электрических линий связи? 3. Способы защиты от вредного взаимного влияния электрооборудования. | ИД-6 ПК-5 Показывает умение учитывать взаимное влияние электрооборудования |

Критерии оценки ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после ответа.

| Шкала | Критерии оценивания |
|----------|--|
| Оценка 5 | - обучающийся полно усвоил учебный материал; |

| | |
|-----------------------------------|--|
| (отлично) | <ul style="list-style-type: none"> - проявляет навыки анализа, обобщения, критического осмысления и восприятия информации, навыки описания основных физических законов, явлений и процессов; - материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология; - показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; - продемонстрировано умение решать задачи; - могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов. |
| Оценка 4 (хорошо) | <p>ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; - в решении задач допущены незначительные неточности. |
| Оценка 3 (удовлетворительно) | <ul style="list-style-type: none"> - неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; - имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании физических законов, явлений и процессов, решении задач, исправленные после нескольких наводящих вопросов; - неполное знание теоретического материала; обучающийся не может применить теорию в новой ситуации. |
| Оценка 2 (неудовлетворительно) | <ul style="list-style-type: none"> - не раскрыто основное содержание учебного материала; - обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; - допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании физических законов, явлений и процессов, решении задач, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов. |

4.1.2. Тестирование

Тестирование используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам или разделам дисциплины. Тест представляет собой комплекс стандартизированных заданий, позволяющий упростить процедуру измерения знаний и умений обучающихся. Обучающимся выдаются тестовые задания с формулировкой вопросов и предложением выбрать один правильный ответ из нескольких вариантов ответов.

| № | Оценочные средства | Код и наименование индикатора компетенции |
|---|--|---|
| | Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины | |

| | | |
|---|---|--|
| 1 | <p>1. Для чего предназначены разрядники?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) для защиты от перенапряжения 2) для гашения дуги 3) для ограничения токов короткого замыкания 4) для сглаживания сверхтоков <p>2. Защита воздушной линии электропередачи осуществляется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) стержневыми молниеприемниками 2) тросовыми молниеприемниками 3) металлической сеткой 4) комбинацией всех вышеперечисленных конструкций. <p>3. Химическая формула элегаза:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) H_2O 2) Ca_2SO_4 3) $CaCl$ 4) SF_6 <p>4. Гашение дуги в трубчатом разряднике обусловлено</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Наличием искрового промежутка 2) Охлаждением дуги сжатым воздухом 3) Магнитным воздействием на дугу 4) Наличием газогенерирующего материала. <p>5. Вентильный разрядник состоит из:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) искровых промежутков и резистора 2) резистора и варистора 3) варистора и искровых промежутков 4) резистора, варистора и варикапа. | ИД-1 ПК-4 Владеет методиками расчета показателей технологического оборудования |
| 1 | <p>1. Для стандартного грозового импульса нормируются:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) время фронта импульса перенапряжения в мкс и время полуспада импульса в мкс. 2) величина максимального тока в кА и время фронта импульса в мкс 3) величина максимального тока в кА и полное время импульса перенапряжения в мкс 4) только полное время импульса перенапряжения в мкс. <p>2. Основным защитным аппаратом для ограничения волн грозовых перенапряжений, набегающих на подстанцию, является</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) роговой разрядник. 2) трубчатый разрядник 3) ограничитель перенапряжений нелинейный (ОПН) 4) выхлопной предохранитель ; <p>3. Перенапряжения при отключении ненагруженного трансформатора можно ограничить до безопасной величины</p> | ИД-3 ПК-4 Демонстрирует умение определять последствия аварийного функционирования технологического оборудования |

| | | |
|---|---|---|
| | <p>1) шунтирующим реактором 2) дугогасящим реактором 3) выхлопным предохранителем 4) ограничителем перенапряжений</p> <p>4. ОПН ограничивают: 1) только грозовые перенапряжения 2) только коммутационные перенапряжения 3) только коммутационные и феррорезонансные перенапряжения 4) грозовые и коммутационные перенапряжения</p> <p>5. Линии электропередачи напряжением 110 кВ не защищаются по всей длине 1) при использовании металлических опор 2) в случае большой загрязненности воздуха 3) при использовании деревянных опор 4) при прохождении трассы по населенному пункту.</p> | |
| 1 | <p>1. Корпуса котельного цеха и машинного зала на электростанции защищаются от прямых ударов молнии 1) тросовыми молниеотводами 2) стержневыми молниеотводами 3) сетчатыми молниеотводами 4) комбинацией тросовых и стержневых молниеотводов.</p> <p>2. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы предназначены 1) Для понижения напряжения и тока 2) Для повышения напряжения и тока 3) Для преобразования напряжения 4) Для преобразования тока ;</p> <p>3. Наибольшую величину перенапряжений в сетях 110 кВ имеют перенапряжения: 1) внутренние 2) резонансные 3) коммутационные 4) грозовые</p> <p>4. В масляных баковых выключателях масло служит для 1) только для гашения электрической дуги 2) только для изоляции токоведущих частей 3) только для смазки металлических деталей 4) для гашения дуги и изоляции токоведущих частей</p> <p>5. Аппарат, искровой промежуток которого пробивается при определенном значении напряжения, называется:</p> | ИД-6 ПК-5 Показывает умение учитывать взаимное влияние электрооборудования |

| | | |
|--|---|--|
| | 1) разъединитель 2) вакуумный выключатель 3) разрядник 4) короткозамыкатель | |
|--|---|--|

4.1.3. Контрольная работа

В целях закрепления знаний, полученных за время аудиторных занятий и самостоятельно, обучающимся предлагается выполнить контрольную работу «Защита подстанции от прямых ударов молнии». Контрольная работа предусматривается как форма отчётности по самостоятельной работе обучающихся.

Номер контрольной работы и вариант выполнения задается преподавателем индивидуально для каждого студента.

Полностью содержание контрольных работ и варианты выполнения представлены в Практикуме «Техника высоких напряжений» (см. п.3 , Учебно-методические разработки, источник 2).

Контрольная работа является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины.

По результатам проверки контрольной работы выставляется оценка. В том случае, если работа выполнена не полностью, или неверно произведены отдельные расчеты, изложение материала поверхностно, отсутствуют выводы, но работа сдана досрочно и обучающийся имеет время на её доработку, то она возвращается автору на доработку. Обучающийся должен переделать работу с учетом замечаний и предоставить для проверки новый вариант. Допускается рукописное оформление работы в отдельной тетради. Работа в готовом виде должна быть предоставлена на проверку преподавателю не менее чем за 2 недели до начала экзаменационной сессии.

Преподаватель проверяет контрольную работу и выставляет оценку (табл.). Контрольная работа с оценкой возвращается студенту.

Обучающиеся, не выполнившие контрольные работы, не допускаются до сдачи экзамена.

| Шкала | Критерии оценивания |
|------------------------------|---|
| Оценка «отлично» | Контрольная работа выполнена в срок, в полном объеме и на высоком уровне. При написании работы обучающийся продемонстрировал навыки и умения. Работа выполнена аккуратно. |
| Оценка «хорошо» | Контрольная работа выполнена, но с незначительными замечаниями, Обучающийся недостаточно самостоятелен и инициативен. Расчеты произведены с незначительными погрешностями. Оформление имеет недостатки. |
| Оценка «удовлетворительно» | В контрольной работе допущены просчеты и ошибки, слабо продемонстрированы навыки работы с теоретическими источниками. Работа оформлена небрежно. |
| Оценка «неудовлетворительно» | Контрольная работа не выполнена, либо выполнена с грубыми нарушениями требований, не выполнена практическая часть работы. |

4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

4.2.3. Зачет с оценкой

Зачет с оценкой является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины. По результатам зачета обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Зачет проводится по окончании чтения лекций и выполнения практических занятий. Зачет принимается преподавателями, проводившими практические занятия, или читающими лекции по данной дисциплине. В случае отсутствия ведущего преподавателя зачет принимается преподавателем, назначенным распоряжением заведующего кафедрой. С разрешения заведующего кафедрой на зачете может присутствовать преподаватель кафедры, привлеченный для помощи в приеме зачета.

Присутствие на зачете преподавателей с других кафедр без соответствующего распоряжения ректора, проректора по учебной работе или декана факультета не допускается.

Форма проведения зачета – *устный опрос по билетам*, доводится до сведения обучающихся в начале семестра.

Для проведения зачета ведущий преподаватель накануне получает в деканате зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в деканат после окончания мероприятия в день проведения зачета или утром следующего дня.

Обучающиеся при явке на зачет обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют преподавателю.

Во время зачета обучающиеся могут пользоваться с разрешения ведущего преподавателя справочной и нормативной литературой, другими пособиями и техническими средствами.

Время подготовки ответа в устной форме при сдаче зачета должно составлять не менее 20 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа - не более 10 минут.

Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины.

Качественная оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», внесенная в зачетную книжку и зачетно-экзаменационную ведомость, является результатом успешного усвоения учебного материала.

Результат зачета в зачетную книжку выставляется в день проведения зачета в присутствии самого обучающегося. Преподаватели несут персональную ответственность за своевременность и точность внесения записей о результатах промежуточной аттестации в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетные книжки.

Если обучающийся явился на зачет и отказался от прохождения аттестации в связи с неподготовленностью, то в зачетно-экзаменационную ведомость ему выставляется оценка «неудовлетворительно»..

Неявка на зачет отмечается в зачетно-экзаменационной ведомости словами «не явился».

Нарушение дисциплины, списывание, использование обучающимися неразрешенных печатных и рукописных материалов, мобильных телефонов, коммуникаторов, планшетных компьютеров, ноутбуков и других видов личной коммуникационной и компьютерной техники во время зачета запрещено. В случае нарушения этого требования преподаватель обязан удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «неудовлетворительно».

Обучающимся, не сдавшим зачет в установленные сроки по уважительной причине, индивидуальные сроки проведения зачета определяются деканом факультета.

Обучающиеся, имеющие академическую задолженность, сдают зачет в сроки, определяемые Университетом. Информация о ликвидации задолженности отмечается в экзаменационном листе.

Допускается с разрешения деканата и досрочная сдача зачета с записью результатов в экзаменационный лист.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья могут сдавать зачеты в сроки, установленные индивидуальным учебным планом. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Процедура проведения промежуточной аттестации для особых случаев изложена в «Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по ОПОП бакалавриата, специалитета и магистратуры» ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ (ЮУрГАУ-П-02-66/02-16 от 26.10.2016 г.).

| № | Оценочные средства | Код и наименование индикатора компетенции |
|----|---|--|
| | Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины | |
| 1. | <p>История развития дисциплины «Техника высоких напряжений». Конфигурация полей.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ионизационные процессы в газах. Понятие плазмы. 2. Виды ионизации. Поверхностная ионизация. 3. Лавина электронов. Лавинная форма развития разряда. 4. Условие самостоятельности разряда. 5. Образование стримера. Механизм развития катодного стримера. <p>Закон Пашена. Способы увеличения пробивного напряжения газов.</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Разряд в неоднородных полях. Коронный разряд (в лавинной и стримерной формах). 7. Понятие барьерного эффекта. 8. Влияние времени приложения U на электрическую прочность газовой изоляции (Вольт – секундная характеристика - ВСХ). 9. Коронный разряд на проводах воздушных линий (зависимости Пика и Майра). 10. Коронный разряд на постоянном U (униполярная и биполярная короны). 11. Механизм развития коронного разряда на переменном напряжении. 12. Потери энергии при коронировании на линиях сверхвысокого U (зависимость Л. Егоровой и Н. Тиходеева). 13. Разряд в воздухе по поверхности изоляторов. Влияние гигроскопичности на разрядное напряжение промежутка с твердым диэлектриком. Зависимость Теплера. 14. Разряд вдоль проводящей и загрязненной поверхности изолятора. 15. Пробой жидких диэлектриков (общая характеристика и основные факторы). 16. Влияние влаги на пробой жидких диэлектриков. 17. Влияние давления на пробой жидких диэлектриков. 18. Влияние температуры на пробой жидких диэлектриков. 19. Влияние времени воздействия напряжения на | <p>ИД-1 ПК-4 Владеет методиками расчета показателей технологического оборудования</p> <p>ИД-3 ПК-4 Демонстрирует умение определять последствия аварийного функционирования технологического оборудования</p> |

| | | |
|---|--|---|
| | <p>пробой жидких диэлектриков.</p> <p>20. Влияние материала, геометрии электродов, расстояния между ними и полярности на пробой жидких диэлектриков.</p> <p>21. Влияние барьера на пробивное напряжение масляного промежутка.</p> <p>22. Механизмы пробоя твердых диэлектриков (электрический, тепловой, электрическое старение).</p> <p>23. Развитие теплового пробоя в твердом диэлектрике.</p> <p>24. Понятие о частичных разрядах.</p> <p>25. Высоковольтная изоляция (классификация). Высоковольтные изоляторы (линейные, стационарно-аппаратные).</p> <p>26. Изоляция высоковольтных конденсаторов и силовых трансформаторов.</p> <p>27. Изоляция высоковольтных кабелей и электрических машин.</p> <p>28. Профилактика изоляции (задачи и цели). Измерение сопротивления изоляции (токов утечки). Измерение $\operatorname{tg} \delta$.</p> <p>29. Методы обнаружения частичных разрядов. Методы регистрации высокочастотных составляющих ЧР (ИЧР). Контроль влажности изоляции. Испытание повышенным напряжением</p> <p>30. Установки для получения высоких переменных и постоянных напряжений. Каскадный генератор постоянного тока.</p> | |
| 2 | <p>31. Установки для получения высоких переменных и постоянных напряжений. Каскадный генератор постоянного тока.</p> <p>32. Импульсные испытательные установки. Генератор импульсных токов (ГИТ).</p> <p>33. Измерение высоких напряжений (шаровые разрядники и электростатические вольтметры).</p> <p>34. Делители напряжения (омический, емкостной и смешанный)</p> <p>35. Классификация перенапряжений. Внутренние перенапряжения.</p> <p>36. Грозозащита ВЛ и ПС. Защита от прямых ударов молнии. Зона защиты стержневого молниеотвода.</p> <p>37. Зона защиты тросового молниеотвода. Грозоупорность объектов ВЛ</p> <p>38. Средства защиты от перенапряжений (Открытые искровые ромежутки, вентильные и трубчатые разрядники, ограничители перенапряжений).</p> <p>39. Волновые процессы в линиях. Преломление и отражение волн в узловых точках.</p> <p>40. Перенапряжения при несимметричном отключении фаз.</p> <p>41. Волновые процессы в обмотках трансформаторов.</p> <p>42. Начальное распределение напряжения вдоль обмоток трансформаторов.</p> | ИД-6 ПК-5 Показывает умение учитывать взаимное влияние электрооборудования |

| | | |
|--|---|--|
| | <p>43. Установившийся режим (или принужденный режим) в обмотке трансформатора.</p> <p>44. Переходный процесс в обмотке трансформатора. Распределение напряжения вдоль обмоток 3-х фазного трансформатора.</p> <p>45. Переходный процесс в обмотке трансформатора при схемах соединения обмоток трансформатора звезда с заземленной и изолированной нейтралью.</p> <p>46. Переходный процесс в обмотке трансформатора при схеме соединения обмоток трансформатора в Δ. Передача волн перенапряжения из одной обмотки в другую.</p> <p>47. Перенапряжения при отключении ненагруженных ЛЭП и конденсаторов</p> <p>48. Перенапряжения при дуговых замыканиях на землю. Использование дугогасящих аппаратов.</p> <p>49. Коммутационные и дуговые перенапряжения в электрических системах.</p> <p>50. Резонансные перенапряжения и защита от них.</p> <p>51. Особенности защиты сетей напряжением 0,38 кВ от грозных перенапряжений.</p> <p>52. Особенности защиты сетей напряжением 6-10 кВ от грозных перенапряжений.</p> <p>53. Перенапряжения на оборудовании, подключенном к линии.</p> <p>54. Распространение волн перенапряжений вдоль проводов линий.</p> <p>55. Характеристика грозовой деятельности и параметры молний.</p> <p>56. Общая характеристика защитных мероприятий от перенапряжений.</p> <p>57. Общая характеристика перенапряжений.</p> <p>58. Основные причины возникновения аварийных режимов на объектах электроэнергетики, вызванные воздействием сильных электрических полей и электроразрядных процессов.</p> <p>59. Испытания изоляции повышенным напряжением (методы испытаний).</p> <p>60. Испытания изоляции кабелей, трансформаторов и высоковольтных вводов.</p> <p>61. Классификация изоляции высоковольтного оборудования. Виды внутренней изоляции.</p> | |
|--|---|--|

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице.

Вид аттестации – **зачёт с оценкой**

| Шкала | Критерии оценивания |
|----------------------------|--|
| Оценка «зачтено (отлично)» | всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины. |
| Оценка «зачтено (хорошо)» | полное знание программного материала, усвоение основной литературы, рекомендованной в программе, наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие |

| | |
|---|--|
| | содержание вопроса. |
| Оценка «зачтено (удовлетворительно)» | знание основного программного материала в минимальном объеме, погрешности не принципиального характера в ответе на экзамене. |
| Оценка «не зачтено (неудовлетворительно)» | пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы. |

