

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шатин Иван Иванович
Должность: Директор Института агроинженерии
Дата подписания: 10.04.2023 11:14:13
Уникальный программный ключ:
da057a02db1733c5528abed7a8e31c9119df58881

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

Директор института агроинженерии

 И.А. Шатин

« 25 » апреля 2023 г.

Кафедра «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов»

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.14 ТЕХНИКА ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ

Направление подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Направленность **Электроснабжение**

Уровень высшего образования – **бакалавриат**

Квалификация - **бакалавр**

Форма обучения – **очная, заочная**

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, направленность 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 Ильин Ю.П.,
кандидат технических наук, доцент Белов А. В.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов»
« 6 » апреля 2023 г. (протокол №_6_)

Зав. кафедрой «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов»,
доктор технических наук, доцент

В. М. Попов

Рабочая программа дисциплины одобрена методической комиссией Института агроинженерии

« 21 » апреля 2023 г. (протокол №_5_)

Председатель методической комиссии Института агроинженерии ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ,
кандидат технических наук

Е.А. Лещенко

Директор Научной библиотеки



И. В. Шатрова

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 дисциплины, включающее практическую подготовку	8
4.1 Содержание дисциплины.....	8
4.2 Содержание лекций.....	9
4.3 Содержание практических занятий	12
4.4 Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся	14
4.5. Примерная тематика контрольной работы	15
5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся.....	16
6. Фонд оценочных средств для проведения	16
промежуточной аттестации обучающихся	16
7. Основная и дополнительная литература, необходимая для освоения дисциплины	16
8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины.....	17
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	17
10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	18
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	18
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ	20
ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ	36

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

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

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

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

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Формируемые ЗУН	
ИД-6 ПК-5 Показывает умение учитывать взаимное влияние электрооборудования	знания	Обучающийся должен знать: характер и способы оценки взаимного влияния электрооборудования Б1.В.14-З.3
	умения	Обучающийся должен уметь: учитывать взаимное влияние электрооборудования Б1.В.14-У.3
	навыки	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, направленность – Электроснабжение.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы (ЗЕТ), 108 академических часа (далее часов). Дисциплина изучается:

- очная форма обучения – на 4 курсе (7 семестр).
- заочная форма обучения – на 4 и 5-м курсах.

3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Количество часов	
	по очной форме обучения	по заочной форме обучения
Контактная работа (всего)	64	22
В том числе:		
Лекции	32	12
Практические / семинарские занятия (ПЗ / СЗ)	32	10
Самостоятельная работа обучающихся	44	82
Контроль	0	4
Общая трудоемкость	108	108

3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела и темы	Всего час.	В том числе				
			Контактная работа			СРС	Контроль
			Лек ции	ПР	ЛР		
4-й курс (7 семестр)							
1	Введение История дисциплины «Техника высоких напряжений». Вклад российских ученых в науку о высоких напряжениях.	14	4	0	0	6	х
2	Разряды в газах Ионизационные процессы в газах. Понятие плазмы. Виды ионизации.. Закон Пашена.	14	4	6	0	6	х
3	Разряды в жидких диэлектриках Разряд вдоль проводящей и загрязненной поверхности изолятора. Пробой жидких диэлектриков.	14	4	6	0	6	х
4	Пробой твердых диэлектриков Механизмы пробоя твердых диэлектриков (электрический, тепловой, электрическое старение).	16	5	5	0	6	х
5	Высоковольтная изоляция Высоковольтная изоляция (классификация). Высоковольтные изоляторы Изоляция высоковольтных конденсаторов и силовых трансформаторов.	16	5	5	0	6	х
6	Высоковольтное оборудование и измерения Методы обнаружения частичных разрядов. Методы регистрации высокочастотных составляющих ЧР (ИЧР).	17	5	5	0	7	х
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	5	5	0	7	х
Итого за 7-й семестр		108	32	32	0	44	0

Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела и темы	Всего час.	В том числе				
			Контактная работа			СРС	Контроль
			Лек ции	ПР	ЛР		
5-й курс (9 семестр)							
1	Введение История дисциплины «Техника высоких напряжений». Вклад российских ученых в науку о высоких напряжениях.	12	1	0	0	11	х
2	Разряды в газах Ионизационные процессы в газах. Понятие плазмы. Виды ионизации.. Закон Пашена.	12	1	0	0	11	х
3	Разряды в жидких диэлектриках Разряд вдоль проводящей и загрязненной поверхности изолятора. Пробой жидких диэлектриков.	15	2	2	0	11	х
4	Пробой твердых диэлектриков Механизмы пробоя твердых диэлектриков (электрический, тепловой, электрическое старение).	15	2	2	0	11	х
5	Высоковольтная изоляция Высоковольтная изоляция (классификация). Высоковольтные изоляторы Изоляция высоковольтных конденсаторов и силовых трансформаторов.	15	2	2	0	11	х
6	Высоковольтное оборудование и измерения Методы обнаружения частичных разрядов. Методы регистрации высокочастотных составляющих ЧР (ИЧР).	17	2	2	0	13	х
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..	18	2	2	0	14	х
	Контроль	4	0	0	0	0	4
	Итого за 9-й семестр	108	12	10	0	82	4

4. Структура и содержание дисциплины, включающее практическую подготовку

Практическая подготовка при реализации учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей) организуется путем проведения практических занятий, практикумов, лабораторных работ и иных аналогичных видов учебной деятельности, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка может включать в себя отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.1 Содержание дисциплины

Введение

История дисциплины «Техника высоких напряжений». Вклад российских ученых в науку о высоких напряжениях.

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

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование лекций	Количество часов	Практическая подготовка
	4-й курс (7 семестр)		

1	Введение История дисциплины «Техника высоких напряжений». Вклад российских ученых в науку о высоких напряжениях.	4	+
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 Механизмы пробоя твердых диэлектриков (электрический, тепловой, электрическое старение). Развитие теплового пробоя в твердом диэлектрике.	5	+
5	Высоковольтная изоляция Высоковольтная изоляция (классификация). Высоковольтные изоляторы (линейные, стационарно-аппаратные).	5	+
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).	5	+
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.	5	+
	Итого за 7-й семестр	32	30%

Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование лекций	Количество часов	Практическая подготовка
5-й курс (9 семестр)			
1	Введение История дисциплины «Техника высоких напряжений». Вклад российских ученых в науку о высоких напряжениях.	1	+
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.	1	+
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.	2	+
4	Пробой твердых диэлектриков Механизмы пробоя твердых диэлектриков (электрический, тепловой, электрическое старение). Развитие теплового пробоя в твердом диэлектрике.	2	+
5	Высоковольтная изоляция Высоковольтная изоляция (классификация). Высоковольтные изоляторы (линейные, станционно-аппаратные).	2	+
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).	2	+
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	2	+

	электроразрядных процессов. Испытания изоляции повышенным напряжением (методы испытаний). Испытания изоляции кабелей, трансформаторов и высоковольтных вводов. Классификация изоляции высоковольтного оборудования.		
	Итого за 9-й семестр	12	30%

4.3 Содержание практических занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование практических занятий	Количество часов	Практическая подготовка
	4-й курс (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.	6	+
2	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.	6	+
3	Пробой твердых диэлектриков. Механизмы пробоя твердых диэлектриков (электрический, тепловой, электрическое старение). Развитие теплового пробоя в твердом диэлектрике. Понятие о частичных разрядах.	5	+
4	Высоковольтная изоляция. Изоляция высоковольтных кабелей и электрических машин. Профилактика изоляции (задачи и цели). Измерение сопротивления изоляции (токов утечки). Измерение $\text{tg } \delta$.	5	+
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).	5	+
6	Перенапряжения и защита от них Коммутационные и дуговые перенапряжения в электрических	5	+

	<p>системах. Резонансные перенапряжения и защита от них. Особенности защиты сетей напряжением 0,38 кВ от грозовых перенапряжений.</p> <p>Особенности защиты сетей напряжением 6-10 кВ от грозовых перенапряжений.</p> <p>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.</p>		
	. Итого по 7-му семестру	32	50%

Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование практических занятий	Количество часов	Практическая подготовка
5-й курс (9 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.	0	+
2	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.	2	+
3	Пробой твердых диэлектриков. Механизмы пробоя твердых диэлектриков (электрический, тепловой, электрическое старение). Развитие теплового пробоя в твердом диэлектрике. Понятие о частичных разрядах.	2	+
4	Высоковольтная изоляция. Изоляция высоковольтных кабелей и электрических машин. Профилактика изоляции (задачи и цели). Измерение сопротивления изоляции (токов утечки). Измерение $\text{tg } \delta$.	2	+
5	Высоковольтное оборудование и измерения. Испытание повышенным напряжением. Установки для получения высоких переменных и постоянных напряжений. Каскадный	2	+

	генератор постоянного тока. Импульсные испытательные установки. Генератор импульсных токов (ГИТ). Измерение высоких напряжений (шаровые разрядники и электростатические вольтметры). Делители напряжения (омический, емкостной и смешанный).		
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 грозовых перенапряжений. Особенности защиты сетей напряжением 6-10 кВ от грозовых 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.	2	+
	. Итого по 9-му семестру	10	50%

4.4 Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся

4.4.1. Виды самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы обучающихся	Количество часов	
	по очной форме обучения	по заочной форме обучения
Подготовка к практическим занятиям	12	12
Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов	21	29
Выполнение контрольной работы	0	32
Подготовка к промежуточной аттестации	9	9
Итого	44	82

4.5.2. Содержание вопросов, изучаемых обучающимися самостоятельно

№ п/п	Наименование изучаемых тем или вопросов	Количество часов	
		по очной форме обучения	по заочной форме обучения
1	Введение История дисциплины «Техника высоких напряжений». Вклад российских ученых в науку о высоких напряжениях..	6	11
2	Разряды в газах. Поверхностная ионизация. Лавина электронов. Лавинная форма развития разряда. Условие самостоятельности разряда. Образование стримера. Механизм развития катодного стримера. Закон Пашена.	6	11

	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).		
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.	6	11
4	Пробой твердых диэлектриков. Механизмы пробоя твердых диэлектриков (электрический, электрическое старение). Развитие теплового пробоя в твердом диэлектрике.	6	11
5	Высоковольтная изоляция. Высоковольтные изоляторы (линейные, станционно-аппаратные). Изоляция высоковольтных конденсаторов и силовых трансформаторов. Изоляция высоковольтных кабелей и электрических машин.	6	11
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	13
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. Использование дугогасящих аппаратов. Коммутационные и дуговые перенапряжения в электрических системах. Резонансные перенапряжения и защита от них	7	14
	Итого за 4-й курс	44	82

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.

Контрольная работа состоит из трех задач, которые следует решить в соответствии с вариантами, заданными преподавателем:

1) Расчет перенапряжений в линии электропередачи при ударе молнии

- 2) Защита объекта от поражений прямым ударом молнии с помощью стержневого молниеотвода
- 3) Защита от перенапряжений с помощью вентильных разрядников

Методические указания по выполнению контрольной работы (а также варианты заданий) приведены в учебно-методических разработках (см. раздел 5, п.2 настоящей программы).

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

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

1. Техника высоких напряжений [Электронный ресурс]: методические рекомендации для самостоятельной работы студентов. Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль Электроснабжение. Уровень высшего образования - бакалавриат. Квалификация - бакалавр. Форма обучения - очная и заочная / сост.: Ю. П. Ильин, А. В. Белов; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2020 - 28 с. - Доступ 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. - 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.

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. 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://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/12.pdf>.

2. Веремеев, А. А. Техника высоких напряжений : учебное пособие / А. А. Веремеев. — Оренбург : ОГУ, 2018. — 124 с. — ISBN 978-5-7410-2160-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159721>.

3. Горелов С. В. Изоляция и перенапряжения в системах электроснабжения [Электронный ресурс]. 1 / С.В. Горелов; Л.Н. Татьянченко; С.О. Хомутов - М.|Берлин: Директ-Медиа, 2016 - 117 с. - Доступ к полному тексту с сайта ЭБС Университетская библиотека online: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430452>.

4. 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://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/5.pdf>. - Доступ из сети Интернет: <http://nb.sursau.ru:8080/webdocs/esh/5.pdf>.

5. Титков, В. В. Перенапряжения и молниезащита : учебное пособие для вузов / В. В. Титков, Ф. Х. Халилов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-8796-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180871>.

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. - 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. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/knigi/2.pdf>.

Периодические издания:

1. АПК России: научный журнал / Южно-Уральский государственный аграрный университет - Челябинск: ЮУрГАУ, - <https://rusapk.sursau.ru/ru/about/>.

2. Промышленная энергетика: ежемесячный производственно-технический журнал - Москва: НТФ "Энергопрогресс", - <http://www.promen.energy-journals.ru>.

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 в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Техника высоких напряжений [Электронный ресурс]: методические рекомендации для самостоятельной работы студентов. Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль Электроснабжение. Уровень высшего образования - бакалавриат. Квалификация - бакалавр. Форма обучения - очная и заочная / сост.: Ю. П. Ильин, А. В. Белов; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2020 - 28 с. - Доступ 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. - 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

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

- Техэксперт: Электроэнергетика (информационно-справочная система ГОСТов);
- My TestX10.2.

Программное обеспечение: MyTestXPro 11.0, nanoCAD Электро версия 10.0 локальная, nanoCAD Отопление версия 10.0 локальная, PTC MathCAD Education - University Edition, Мой Офис Стандартный, Windows XP Home Edition OEM Software, 1С: Предприятие 8. Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях, Windows 10 Home Single Language 1.0.63.71, APM WinMachine 15, Microsoft Windows PRO 10 Russian Academic OLP 1License NoLevel Legalization GetGenuine, Microsoft OfficeStd 2019 RUS OLP NL Acdmс, КОМПАС 3D v18, КОМПАС 3D v17, КОМПАС 3D v16, Microsoft Win Starter 7 Russian Academic Open 1 License No Level Legalization Get Genuine, Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License NoLevel, Windows 7 Home Basic OA CIS and GE, Цифровая лаборатория Архимед 4.0 Multilab1.4.22 ПО для сбора и обработки данных, Виртуальный учебный стенд «Электромонтаж» (СПО), Google Chrome, Mozilla Firefox, MOODLE, «Maxima», «GIMP», «FreeCAD», «KiCAD», «Наш Сад» Кристалл (версия 10).

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

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

Помещение для самостоятельной работы 454080, Челябинская обл., г. Челябинск, проспект Ленина, 75, главный корпус, аудитория №303.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, 454080, Челябинская обл., г. Челябинск, ул. Красная, 38, учебный корпус, аудитория № 108э.

Перечень оборудования и технических средств обучения

Ауд. 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, мышь – 30 шт.; ПРИНТЕР
CANON LBP-1120 лазерный; Экран с электроприводом; ПРИНТЕР CANON LBP-1120
лазерный; ИК ПУЛЬТ ДУ ДЛЯ ЭКРАНА С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ; КОЛОНКИ 5+1 SVEN
НО.

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	Дифференцированный зачет	25

1. Компетенции их индикаторы, формируемые в процессе освоения дисциплины

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 коротких замыканий. 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.

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

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

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 оборудования	Обучающийся слабо умеет: определять последствия аварийного функционирования технологического оборудования	Обучающийся с незначительными затруднениями умеет: определять последствия аварийного функционирования технологического оборудования	Обучающийся умеет: определять последствия аварийного функционирования технологического 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

ИД-6 ПК-5 – Показывает умение учитывать взаимное влияние электрооборудования

Показатель и 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	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает: характер и способы оценки взаимного

		ния	взаимного влияния электрооборудования	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. Техника высоких напряжений [Электронный ресурс]: методические рекомендации для самостоятельной работы студентов. Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль Электроснабжение. Уровень высшего образования - бакалавриат. Квалификация - бакалавр. Форма обучения - очная и заочная / сост.: Ю. П. Ильин, А. В. Белов; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2020 - 28 с. - Доступ 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. - 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

В данном разделе методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих базовый этап формирования компетенций по дисциплине «Электрическая часть станций и подстанций», приведены применительно к каждому из используемых видов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

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 (отлично)	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся полно усвоил учебный материал; - 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)	ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков: - в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; - в решении задач допущены незначительные неточности.
Оценка 3 (удовлетворительно)	- 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)	- 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) H₂O 2) Ca₂SO₄ 3) CaCl 4) SF₆ <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

	<ul style="list-style-type: none"> 1) шунтирующим реактором 2) дугогасящим реактором 3) выхлопным предохранителем 4) ограничителем перенапряжений <p>4. ОПН ограничивают:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) только грозовые перенапряжения 2) только коммутационные перенапряжения 3) только коммутационные и феррорезонансные перенапряжения 4) грозовые и коммутационные перенапряжения <p>5. Линии электропередачи напряжением 110 кВ не защищаются по всей длине</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) при использовании металлических опор 2) в случае большой загрязненности воздуха 3) при использовании деревянных опор 4) при прохождении трассы по населенному пункту. 	
1	<p>1. Корпуса котельного цеха и машинного зала на электростанции защищаются от прямых ударов молнии</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) тросовыми молниеотводами 2) стержневыми молниеотводами 3) сетчатыми молниеотводами 4) комбинацией тросовых и стержневых молниеотводов. <p>.</p> <p>2. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы предназначены</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) Для понижения напряжения и тока 2) Для повышения напряжения и тока 3) Для преобразования напряжения 4) Для преобразования тока ; <p>3. Наибольшую величину перенапряжений в сетях 110 кВ имеют перенапряжения:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) внутренние 2) резонансные 3) коммутационные 4) грозовые <p>4. В масляных баковых выключателях масло служит для</p> <ul style="list-style-type: none"> 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>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

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 5 (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 4 (хорошо)	Контрольная работа выполнена, но с незначительными замечаниями, Обучающийся недостаточно самостоятелен и инициативен. Расчеты произведены с незначительными погрешностями. Оформление имеет недостатки.
Оценка 3 (удовлетворительно)	В контрольной работе допущены просчеты и ошибки, слабо продемонстрированы навыки работы с теоретическими источниками. Работа оформлена небрежно.
Оценка 2 (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/Дифференцированный зачет

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

По результатам зачета обучающемуся выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено»; оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно» в случае дифференцированного зачета.

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, воспитательной работе и молодежной политике, заместителя директора института по учебной работе не допускается.

Форма проведения зачета - устный опрос по билетам определяются кафедрой и доводятся до сведения обучающихся в начале семестра.

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

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 зачетно-экзаменационную ведомость, является результатом успешного усвоения учебного материала.

Результат зачета в зачетно-экзаменационную ведомость 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.

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 заместителем директора института по учебной работе.

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

Допускается с разрешения заместителя директора института по учебной работе 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

№	Оценочные средства Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины	Код и наименование индикатора компетенции
1.	<ol style="list-style-type: none"> 1. История развития дисциплины «Техника высоких напряжений». Вклад российских ученых в науку о высоких напряжениях. 2. Ионизационные процессы в газах. Понятие плазмы. 3. Виды ионизации. Поверхностная ионизация. 4. Лавина электронов. Лавинная форма развития разряда. 5. Условие самостоятельности разряда. 6. Образование стримера. Механизм развития катодного стримера. Закон Пашена. Способы увеличения пробивного напряжения газов. 7. Разряд в неоднородных полях. Коронный разряд (в лавинной и стримерной формах). 8. Понятие барьерного эффекта. 9. Влияние времени приложения U на электрическую прочность газовой изоляции (Вольт – секундная характеристика - ВСХ). 10. Коронный разряд на проводах воздушных линий (зависимости Пика и Майра). 11. Коронный разряд на постоянном U (униполярная и биполярная короны). 12. Механизм развития коронного разряда на переменном напряжении. 13. Потери энергии при коронировании на линиях сверхвысокого U (зависимость Л. Егоровой и Н. Тиходеева). 14. Разряд в воздухе по поверхности изоляторов. Влияние гигроскопичности на разрядное напряжение промежутка с твердым диэлектриком. Зависимость Теплера. 15. Разряд вдоль проводящей и загрязненной поверхности изолятора. 16. Пробой жидких диэлектриков (общая характеристика и основные факторы). 17. Влияние влаги на пробой жидких диэлектриков. 18. Влияние давления на пробой жидких диэлектриков. 19. Влияние температуры на пробой жидких диэлектриков. 20. Влияние времени воздействия напряжения на пробой жидких диэлектриков. 21. Влияние материала, геометрии электродов, расстояния между ними и полярности на пробой жидких диэлектриков. 22. Влияние барьера на пробивное напряжение масляного 	<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>промежутка.</p> <p>23. Механизмы пробоя твердых диэлектриков (электрический, тепловой, электрическое старение).</p> <p>24. Развитие теплового пробоя в твердом диэлектрике.</p> <p>25. Понятие о частичных разрядах.</p> <p>26. Высоковольтная изоляция (классификация). Высоковольтные изоляторы (линейные, станционно-аппаратные).</p> <p>27. Изоляция высоковольтных конденсаторов и силовых трансформаторов.</p> <p>28. Изоляция высоковольтных кабелей и электрических машин.</p> <p>29. Профилактика изоляции (задачи и цели). Измерение сопротивления изоляции (токов утечки). Измерение $\operatorname{tg} \delta$.</p> <p>30. Методы обнаружения частичных разрядов. Методы регистрации высокочастотных составляющих ЧР (ИЧР). Контроль влажности изоляции. Испытание повышенным напряжением</p> <p>31. Установки для получения высоких переменных и постоянных напряжений. Каскадный генератор постоянного тока.</p>	
2	<p>32. Установки для получения высоких переменных и постоянных напряжений. Каскадный генератор постоянного тока.</p> <p>33. Импульсные испытательные установки. Генератор импульсных токов (ГИТ).</p> <p>34. Измерение высоких напряжений (шаровые разрядники и электростатические вольтметры).</p> <p>35. Делители напряжения (омический, емкостной и смешанный)</p> <p>36. Классификация перенапряжений. Внутренние перенапряжения.</p> <p>37. Грозозащита ВЛ и ПС. Защита от прямых ударов молнии. Зона защиты стержневого молниеотвода.</p> <p>38. Зона защиты тросового молниеотвода. Грозоупорность объектов ВЛ</p> <p>39. Средства защиты от перенапряжений (Открытые искровые промежутки, вентильные и трубчатые разрядники, ограничители перенапряжений).</p> <p>40. Волновые процессы в линиях. Преломление и отражение волн в узловых точках.</p> <p>41. Перенапряжения при несимметричном отключении фаз.</p> <p>42. Волновые процессы в обмотках трансформаторов.</p> <p>43. Начальное распределение напряжения вдоль обмоток трансформаторов.</p> <p>44. Установившийся режим (или принужденный режим) в обмотке трансформатора.</p> <p>45. Переходный процесс в обмотке трансформатора. Распределение напряжения вдоль обмоток 3-х фазного трансформатора.</p>	ИД-6 ПК-5 Показывает умение учитывать взаимное влияние электрооборудования

	<p>46. Переходный процесс в обмотке трансформатора при схемах соединения обмоток трансформатора звезда с заземленной и изолированной нейтралью.</p> <p>47. Переходный процесс в обмотке трансформатора при схеме соединения обмоток трансформатора в Δ. Передача волн перенапряжения из одной обмотки в другую.</p> <p>48. Перенапряжения при отключении ненагруженных ЛЭП и конденсаторов</p> <p>49. Перенапряжения при дуговых замыканиях на землю. Использование дугогасящих аппаратов.</p> <p>50. Коммутационные и дуговые перенапряжения в электрических системах.</p> <p>51. Резонансные перенапряжения и защита от них.</p> <p>52. Особенности защиты сетей напряжением 0,38 кВ от грозовых перенапряжений.</p> <p>53. Особенности защиты сетей напряжением 6-10 кВ от грозовых перенапряжений.</p> <p>54. Перенапряжения на оборудовании, подключенном к линии.</p> <p>55. Распространение волн перенапряжений вдоль проводов линий.</p> <p>56. Характеристика грозовой деятельности и параметры молний.</p> <p>57. Общая характеристика защитных мероприятий от перенапряжений.</p> <p>58. Общая характеристика перенапряжений.</p> <p>59. Основные причины возникновения аварийных режимов на объектах электроэнергетики, вызванные воздействием сильных электрических полей и электроразрядных процессов.</p> <p>60. Испытания изоляции повышенным напряжением (методы испытаний).</p> <p>61. Испытания изоляции кабелей, трансформаторов и высоковольтных вводов.</p> <p>62. 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 содержания вопроса.
Оценка	знание основного программного материала в минимальном

«зачтено (удовлетворительно)»	объеме, погрешности непринципиального характера в ответе на экзамене.
Оценка «не зачтено (неудовлетворительно)»	пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы.

