

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шепелёв Сергей Дмитриевич

Должность: Директор Института агроинженерии

Дата подписания: 31.03.2022 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

Уникальный программный ключ: efea6230e2efb240163e41f5a71077e7511717850889e7314810779475 высшего образования

«Южно-Уральский государственный аграрный университет»

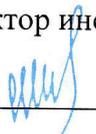
## МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

«Южно-Уральский государственный аграрный университет»

### ИНСТИТУТ АГРОИНЖЕНЕРИИ

УТВЕРЖДАЮ

Директор института агроинженерии

  
\_\_\_\_\_ С.Д. Шепелёв

« 29 » апреля 2022 г.

Кафедра «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов»

Рабочая программа дисциплины

### **Б1.В.05 ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ СТАНЦИЙ И ПОДСТАНЦИЙ**

Направление подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Направленность **Электроснабжение**

Уровень высшего образования – **бакалавриат**

Квалификация - **бакалавр**

Форма обучения – **заочная**

Челябинск  
2022

Рабочая программа дисциплины «Электрическая часть станций и подстанций» 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. Рабочая 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 Белов А. В.  
кандидат технических наук, доцент Ильин Ю.П.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов»  
« 19 » апреля 2022 г. (протокол № 9 )

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

 В. М. Попов

Рабочая программа дисциплины одобрена методической комиссией Института агроинженерии

« 27 » апреля 2022 г. (протокол № 5 )

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



С.Д. Шепелев

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.....	6
3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы .....	6
3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам .....	6
4. Структура и содержание программы, включающее практическую подготовку .....	7
4.1. Содержание дисциплины .....	7
4.2. Содержание лекций .....	8
4.3. Содержание практических занятий.....	10
4.4. Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся .....	11
4.5. Примерная тематика курсовой работы .....	12
5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	13
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	13
7. Основная и дополнительная литература, необходимая для освоения дисциплины.....	13
8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины .....	14
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 .....	15
<b>ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ .....</b>	<b>17</b>
<b>ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ.....</b>	<b>43</b>

# 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 об электрических станциях и подстанциях, составлению и оформлению типовой технической документации, а также участию в пуско-наладочных работах.

### Задачи дисциплины:

- изучение конструкции электрических станций и подстанций, выбор основного электрооборудования электрических станций и подстанций, изучение стандартов и правил оформления типовой технической документации, а также порядка проведения пуско-наладочных работ,
- формирование умений выбора основного электрооборудования электрических станций и подстанций, применения знаний по дисциплине «Электрические станции и подстанции» при оформлении технической документации и проведении пуско-наладочных работ,
- формирование навыков выбора основного электрооборудования электрических станций и подстанций, составления и оформления типовой технической документации, участия в пуско-наладочных работах.

## 1.2 Компетенции и индикаторы их достижений

### ПК-1. Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	знания	умения	навыки
ИД-1.ПК-1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений:	Обучающийся должен знать: стандарты и правила оформления типовой технической документации (Б1.В.05-3.1)	Обучающийся должен уметь: Осуществлять сбор данных для проектирования, составлять конкурентоспособные варианты технических решения (Б1.В.05-У.1)	Обучающийся должен владеть: навыками оформления технической документации, сбора данных для проектирования (Б1.В.05-Н.1)
ИД-2.ПК-1 Обосновывает выбор целесообразного решения	Обучающийся должен знать: устройство элементов электроустановок, их сравнительные характеристики. (Б1.В.05-3.2)	Обучающийся должен уметь: обосновывать выбор целесообразного решения. (Б1.В.05-У.2)	Обучающийся должен владеть: навыками сравнения различных вариантов технических решений и выбора оптимального варианта. (Б1.В.05-Н.2)

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-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.05-3.3)	Обучающийся должен уметь: производить проверочные расчеты элементов электроустановок на термическую, электродинамическую и механическую прочность в условиях КЗ (Б1.В.05-У.3)	Обучающийся должен владеть: навыками проверки элементов электроустановок на термическую, электродинамическую и механическую прочность в условиях коротких замыканий. (Б1.В.05-Н.3)

### ПК-3. Способен участвовать в эксплуатации электрических станций и подстанций

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	знания	умения	навыки
ИД-1.ПК-3 Показывает умение учитывать взаимное влияние электрооборудования	Обучающийся должен знать: методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования электростанций (Б1.В.05-3.4)	Обучающийся должен уметь: использовать современные методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования электростанций (Б1.В.05-У.4)	Обучающийся должен владеть: навыками использования современных методов и технических средств испытаний и диагностики электрооборудования электростанций (Б1.В.05-Н.4)
ИД-2.ПК-3 Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций	Обучающийся должен знать: основные принципы организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций (Б1.В.05-3.5)	Обучающийся должен уметь: организовать систему технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций (Б1.В.05-У.5)	Обучающийся должен владеть: навыками организации системы технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций (Б1.В.05-Н.5)
ИД-3.ПК-3 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования	Обучающийся должен знать: основные задачи эксплуатации и проектирования и их взаимосвязь (Б1.В.05-3.6)	Обучающийся должен уметь: рассматривать задачи эксплуатации и проектирования в их взаимосвязи (Б1.В.05-У.6)	Обучающийся должен владеть: навыками осуществления взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования (Б1.В.05-Н.6)

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Электрическая часть станций и подстанций» относится к части Блока 1 (Б1.В.05), 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 5 зачетных единиц (ЗЕТ), 180 академических часов.

Дисциплина изучается:

- заочная форма обучения – на 2 и 3-м курсах.

#### 3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов по заочной форме обучения
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>22</b>
В том числе:	
Лекции (Л)	12
Практические занятия	10
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	<b>149</b>
В том числе	
Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов	92
Подготовка к практическим занятиям	12
Выполнение курсовой работы	35
Подготовка к промежуточной аттестации	10
<b>Контроль</b>	<b>9</b>
<b>Итого</b>	<b>180</b>

#### 3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам

##### Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела и темы	Всего час.	В том числе				
			Контактная работа			СРС	Контроль
			Лекции	ПР	ЛР		
1	Общие сведения об электростанциях и подстанциях. Вклад российских учёных в развитие мировой энергетики..	16	1	0	0	15	х
2	Режимы заземления нейтралей трансформаторов на подстанциях	16	2	0	0	14	х
3	Силовые трансформаторы и автотрансформаторы. Выбор трансформаторов	18	1	2	0	15	х

4	Короткие замыкания в электроустановках Трёхфазное короткое замыкание	18	1	2	0	15	x
5	Сети с изолированной нейтралью. Сети с индуктивно компенсированной нейтралью. Выбор дугогасительного реактора	16	1	0	0	15	x
6	Электродинамическое и термическое действие токов короткого замыкания	16	1	0	0	15	x
7	Виды ошиновки на станциях и подстанциях. Выбор ошиновки подстанций	19	2	2	0	15	x
8	Выбор выключателей и другой коммутационной аппаратуры подстанций	18	1	2	0	15	x
9	Система измерений на электростанциях и подстанциях	18	1	2	0	15	x
10	Главные схемы подстанций Конструктивное устройство подстанций. Системы заземления и молниезащиты станций и подстанций	16	1	0	0	15	x
	Контроль	9	0	0	0	0	9
	<b>Всего</b>	<b>180</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>149</b>	<b>9</b>

#### 4. Структура и содержание программы, 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

**Общие сведения об электростанциях и подстанциях. Вклад российских учёных в развитие мировой энергетики.**

Технологические схемы электростанций. Особенности устройства КЭС, АЭС, ТЭЦ, ГЭС, ГАЭС. Нетрадиционные источники электроэнергии. Вклад российских ученых в развитие мировой энергетики.

#### **Режимы заземления нейтралей в электроустановках.**

Системы с изолированной нейтралью. Системы с индуктивно компенсированной нейтралью. Системы с глухозаземленной нейтралью. Системы с эффективно заземленной нейтралью.

#### **Типы трансформаторов и их параметры.**

Схемы и группы соединений обмоток трансформаторов. Конструкция силовых трансформаторов. Системы охлаждения трансформаторов. Выбор трансформаторов.

#### **Короткие замыкания в электроустановках.**

Виды, причины и последствия коротких замыканий. Составляющие тока короткого замыкания. Ударный ток. Трехфазное КЗ в цепи, питающейся от шин неизменного напряжения. Назначение и порядок расчета. Система относительных единиц. Составление схемы замещения. Определение параметров схемы замещения. Преобразование схемы замещения. Практические методы расчета тока КЗ.

#### **Сети с изолированной нейтралью. Системы с индуктивно-компенсированной нейтралью.**

Расчет тока замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью. Назначение дугогасительного реактора (дугогасящей катушки). Выбор мощности дугогасительного реактора.

#### **Электродинамическое и термическое действие токов короткого замыкания.**

Выбор шин и аппаратов по условию электродинамического действия токов КЗ. Явление резонанса в шинных конструкциях. Выбор параметров шинных конструкций, исключая резонанс. Расчет возможности схлестывания гибких шин. Допустимые температуры для шин и аппаратов. Тепловой импульс в результате действия тока КЗ. Расчет теплового импульса. Расчет минимального сечения шин по условиям теплового действия тока КЗ. Выбор шин и аппаратов по условиям термического действия токов КЗ.

#### **Виды ошиновки на станциях и подстанциях.**

Типы проводников. Выбор жестких шин (однополосных плоских, двухполосных, коробчатых, трубных). Выбор гибких шин. Методы проверки правильности выбора шин. Выбор изоляторов

#### **Выбор выключателей и другой коммутационной аппаратуры.**

Способы гашения электрической дуги. Коммутационные аппараты до 1 кВ и выше 1 кВ. Выключатели высокого напряжения. Типы и области применения выключателей. Выбор и проверка выключателей

#### **Система измерений на электростанциях и подстанциях.**

Измерительные трансформаторы тока. Измерительные трансформаторы напряжения. Выбор измерительных трансформаторов

#### **Главные схемы подстанций. Конструктивное устройство подстанций. Системы заземления и молниезащиты станций и подстанций.**

Схемы ОРУ 35-220 кВ. Классификация главных схем высокого напряжения. Выбор главной схемы подстанции. Схемы ЗРУ 6-10 кВ. Открытые распределительные устройства (ОРУ). Закрытые распределительные устройства (ЗРУ). Комплектные распределительные устройства. Основные требования к системам заземления и молниезащиты подстанции. Расчет заземляющего устройства на подстанции 35-220 кВ. Защита от прямых ударов молнии. Расчет устройства молниезащиты на основе стержневых молниеприемников. Определение грозоупорности подстанции.

## **4.2. Содержание лекций Заочная форма обучения**

№ п/п	Краткое содержание лекций	Количес тво часов	Практич еская подгото вка
1	<b>Общие сведения об электростанциях и подстанциях. Вклад российских учёных в развитие мировой энергетики..</b> Классификация электростанций и подстанций. Технологические схемы электростанций. Особенности устройства КЭС, АЭС, ТЭЦ, ГЭС, ГАЭС. Нетрадиционные источники электроэнергии. Вклад российских ученых в развитие мировой энергетики.	1	+
2	<b>Режимы заземления нейтралей в электроустановках.</b> Системы с изолированной нейтралью. Системы с индуктивно компенсированной нейтралью. Системы с глухозаземленной нейтралью. Системы с эффективно заземленной нейтралью	2	+
3	<b>Типы трансформаторов и их параметры.</b> Схемы и группы соединений обмоток трансформаторов. Конструкция силовых трансформаторов. Системы охлаждения трансформаторов. Выбор трансформаторов.	1	+
4	<b>Короткие замыкания в электроустановках.</b> Виды, причины и последствия коротких замыканий. Составляющие тока короткого замыкания. Ударный ток. Трехфазное КЗ в цепи, питающейся от шин неизменного напряжения.. Практические методы расчета тока КЗ.	1	+
5	<b>Сети с изолированной нейтралью. Системы с индуктивно-компенсированной нейтралью.</b> Расчет тока замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью. Назначение дугогасительного реактора (дугогасящей катушки). Выбор мощности дугогасительного реактора.	1	+
6	<b>Электродинамическое и термическое действие токов короткого замыкания.</b> Выбор шин и аппаратов по условию электродинамического действия токов КЗ. Явление резонанса в шинных конструкциях. Выбор параметров шинных конструкций, исключая резонанс. Расчет возможности схлестывания гибких шин. Допустимые температуры для шин и аппаратов. Тепловой импульс в результате действия тока КЗ. Расчет теплового импульса. Расчет минимального сечения шин по условиям теплового действия тока КЗ. Выбор шин и аппаратов по условиям термического действия токов КЗ.	1	+
7	<b>Виды ошиновки на станциях и подстанциях.</b> Типы проводников. Выбор жестких шин (однополосных плоских, двухполосных, коробчатых, трубных). Выбор гибких шин. Методы проверки правильности выбора шин. Выбор изоляторов	2	+
8	<b>Выбор выключателей и другой коммутационной аппаратуры.</b> Способы гашения электрической дуги. Коммутационные аппараты до 1 кВ и свыше 1 кВ. Выключатели высокого напряжения. Типы и области применения выключателей. Выбор и проверка выключателей	1	+
9	<b>Система измерений на электростанциях и подстанциях.</b> Измерительные трансформаторы тока. Измерительные	1	+

	трансформаторы напряжения. Выбор измерительных трансформаторов		
10	<p><b>Главные схемы подстанций. Конструктивное устройство подстанций. Системы заземления и молниезащиты станций и подстанций.</b></p> <p>Схемы ОРУ 35-220 кВ. Классификация главных схем высокого напряжения. Выбор главной схемы подстанции. Схемы ЗРУ 6-10 кВ. Открытые распределительные устройства (ОРУ). Закрытые распределительные устройства (ЗРУ). Комплектные распределительные устройства</p> <p>Основные требования к системам заземления и молниезащиты подстанции. Расчет заземляющего устройства на подстанции 35-220 кВ. Защита от прямых ударов молнии. Расчет устройства молниезащиты на основе стержневых молниеприемников. Определение грозоупорности подстанции.</p>	1	+
	<b>Итого</b>	<b>12</b>	<b>30%</b>

#### 4.3. Содержание практических занятий Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование практических занятий	Количество часов	Практическая подготовка
1	Выбор типа заземления нейтрали на подстанции. Выбор количества трансформаторов на подстанции. Выбор мощности трансформатора для двух вариантов: без отключения потребителей III категории надежности при отказе одного из трансформаторов, и с отключением.	2	+
2	Короткие замыкания в электроустановках. Составление схемы замещения электроустановки. Расчет параметров схемы замещения в системе относительных единиц. Преобразование схем замещения. Составление итоговой схемы замещения. Расчет начального значения тока трехфазного КЗ при питании сети от шин неизменного напряжения. Определение ударного тока. Определение ударного коэффициента	2	+
3	Выбор типа ошиновки на подстанциях. Выбор сечения проводников по экономической плотности тока. Выбор плоских шин на подстанциях. Выбор гибкой ошиновки. Выбор трубчатых шин. Выбор коробчатых шин.	2	+
4	Выбор выключателя на напряжение 110 кВ и выше. Выбор выключателя на напряжение 6-10 кВ. Выбор разъединителей.	2	+
5	Система измерений на подстанциях. Выбор трансформатора тока на напряжение 110 кВ и выше. Выбор трансформатора тока на напряжение 6-35 кВ. Выбор трансформатора напряжения. Подключение измерительных приборов на подстанции и расчет сечения проводов к ним.	2	+
	<b>Итого</b>	<b>10</b>	<b>50%</b>

#### 4.4. Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся

##### 4.4.1. Виды самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы обучающихся	Количество часов
Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов	82
Подготовка к практическим занятиям	12
Выполнение курсовой работы	36
Выполнение контрольной работы	10
Подготовка к промежуточной аттестации	9
<b>Итого</b>	<b>149</b>

##### 4.4.2. Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Наименование изучаемых тем или вопросов	Количество часов
1	Технологические схемы электростанций (КЭС, ТЭЦ, ГРЭС, АЭС). Работа парогазовых установок. Классификация электростанций и подстанций.	15
2	Режимы заземления нейтралей в электроустановках. Глухозаземленная нейтраль, изолированная нейтраль, эффективно заземленная нейтраль..	14
3	Силовые трансформаторы и автотрансформаторы. Конструкция трансформаторов. Соединения обмоток трансформаторов. Системы охлаждения трансформаторов. Выбор мощности трансформаторов на однострансформаторной подстанции и на двухтрансформаторной подстанции.	15
4	Короткие замыкания в электроустановках. Виды коротких замыканий. Составляющие тока короткого замыкания. Составление схем замещения цепи короткого замыкания. Преобразование схем замещения. Трехфазное короткое замыкание. Определение начального значения периодической составляющей тока КЗ. Определение апериодической составляющей тока КЗ. Определение ударного тока. Определение тока КЗ на определенный момент времени после начала КЗ.	15
5	Замыкание в сетях с изолированной нейтралью. Расчет емкостного тока при замыкании фазного проводника на землю в сетях с изолированной нейтралью. Определение необходимости компенсации емкостного тока с использованием дугогасящего реактора. Выбор дугогасящего реактора. Схемные решения включения ДГР в нейтраль тр-ра.	15
6	Электродинамическое действие токов КЗ. Расчет усилий, возникающих при трехфазном КЗ в проводниках. Расчет собственной частоты колебаний шинных конструкций. Термическое действие тока КЗ. Определение теплового импульса. Определение предельной температуры проводников.	15

7	Выбор типа ошиновки на подстанциях. Выбор сечения проводников по экономической плотности тока. Выбор плоских шин на подстанциях. Выбор гибкой ошиновки. Выбор трубчатых шин. Выбор коробчатых шин.	15
8	Гашение электрической дуги. Выбор выключателя на напряжение 110 кВ и выше. Выбор выключателя на напряжение 6-10 кВ. Выбор разъединителей.	15
9	Система измерений на подстанциях. Выбор трансформатора тока на напряжение 110 кВ и выше. Выбор трансформатора тока на напряжение 6-35 кВ. Выбор трансформатора напряжения.	15
10	Главные схемы подстанций. Определение типа подстанции по схеме присоединения к сети. Выбор и проверочный расчет гибкой ошиновки ОРУ на напряжение 110 кВ и выше. Конструктивное устройство подстанций. Выбор структурной схемы подстанции. Выбор ОРУ и ЗРУ. Выбор комплектных подстанций на напряжение 10, 35, 110 кВ. Расчет заземляющего устройства на подстанции 110-220 кВ. Определение допустимого напряжения прикосновения. Построение схемы заземляющего устройства. Расчет защиты подстанции 110-220 кВ от прямых ударов молнии. Выбор типа защиты. Выбор высоты молниеприемника.	15
	<b>Итого</b>	<b>149</b>

#### 4.5. Примерная тематика курсовой работы

В целях закрепления знаний, полученных за время аудиторных занятий и самостоятельно, обучающимся предлагается выполнить курсовую работу «Расчет подстанции». Курсовая работа предусматривается как форма отчётности по самостоятельной работе обучающихся.

Содержание курсовой работы

Курсовая работа посвящена проектированию понижающей подстанции (ПС). В работе рассматриваются вопросы выбора числа и мощности силовых трансформаторов, главной схемы электрических соединений распределительных устройств высшего и низшего напряжения, оперативного тока подстанции. Выполняются расчеты токов короткого замыкания. Выбирается коммутационная и ограничивающая аппаратура, измерительные трансформаторы и схема питания собственных нужд. Разрабатывается компоновка подстанции. Уделяется внимание вопросам молниезащиты и заземления ПС.

Выполнение курсовой работы включает в себя следующие расчеты:

1. Выбор числа и мощности трансформаторов. Допустимость продолжительных аварийных перегрузок определяется по тепловому расчету в соответствии с ГОСТ-14209-97.
2. Выбор схемы электрических соединений РУ высшего напряжения (ВН), описание ее работы. Оценка достоинств и недостатков выбранной схемы.
3. Выбор схемы электрических соединений РУ низшего напряжения (НН). Выбор производится в зависимости от уровней токов короткого замыкания и числа отходящих линий с учетом числа обмоток НН силовых трансформаторов и состояния секционных выключателей.
4. Расчет токов короткого замыкания.
5. Выбор коммутационного оборудования и токоведущих частей.
6. Выбор трансформаторов тока в цепи силового трансформатора и трансформаторов напряжения на стороне НН.

7. Выбор трансформаторов собственных нужд, схемы питания потребителей СН.
8. Разработка и описание конструктивного выполнения РУ ВН и РУ НН.
9. Расчет молниезащиты и системы заземления подстанции.

#### **5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

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

1. Методические рекомендации для самостоятельной работы по дисциплине "Электрическая часть станций и подстанций" [Электронный ресурс]: направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль "Электроснабжение". Форма обучения - очная, заочная / сост. А. В. Белов, Ю. П. Ильин; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2019 - 30 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/46.pdf>.

2. Расчет подстанций [Электронный ресурс]: учебное пособие для курсового проектирования по дисциплине «Электрическая часть станций и подстанций» [для обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 –Электроэнергетика и электротехника, профиль: Электроснабжение, а также по направлению 35.03.06–Агроинженерия, профиль: Электроснабжение предприятий. Форма обучения – очная и заочная]. / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии; сост.: А. В. Белов, Ю. П. Ильин - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2020 - 129 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/82.pdf>.

#### **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

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. Афонин В. В. Электрические станции и подстанции [Электронный ресурс]. 2: учебное пособие / В.В. Афонин, К.А. Набатов; Тамбовский государственный технический университет - Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2017 - 98 с. - Доступ к полному тексту с сайта ЭБС Университетская библиотека online: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=498984>.

2. Афонин В. В. Электрические станции и подстанции [Электронный ресурс]. 1: учебное пособие / В.В. Афонин, К.А. Набатов; Тамбовский государственный технический

университет - Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2015 - 91 с. - Доступ к полному тексту с сайта ЭБС Университетская библиотека online: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444619>.

3. 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>.

4. Немировский А. Е. Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Е. Немировский, И.Ю. Сергиевская, Л.Ю. Крепышева - Москва|Вологда: Инфра-Инженерия, 2018 - 149 с. - Доступ к полному тексту с сайта ЭБС Университетская библиотека online: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493858>.

5. Сибикин Ю. Д. Электрические подстанции: учебное пособие для высшего и среднего профессионального образования [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.Д. Сибикин - Москва|Берлин: Директ-Медиа, 2020 - 415 с. - Доступ к полному тексту с сайта ЭБС Университетская библиотека online: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575048>.

#### **Дополнительная литература**

1. Неклепаев Б. Н. Электрическая часть электростанций и подстанций [Текст]: Учеб.для вузов - М.: Энергоатомиздат, 1986 - 640с.

#### **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. Методические рекомендации для самостоятельной работы по дисциплине "Электрическая часть станций и подстанций" [Электронный ресурс]: направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль "Электроснабжение". Форма обучения - очная, заочная / сост. А. В. Белов, Ю. П. Ильин; Южно-Уральский ГАУ,

Институт агроинженерии - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2019 - 30 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/46.pdf>.

2. Расчет подстанций [Электронный ресурс]: учебное пособие для курсового проектирования по дисциплине «Электрическая часть станций и подстанций» [для обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 –Электроэнергетика и электротехника, профиль: Электроснабжение, а также по направлению 35.03.06–Агроинженерия, профиль: Электроснабжение предприятий. Форма обучения – очная и заочная]. / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии; сост.: А. В. Белов, Ю. П. Ильин - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2020 - 129 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/82.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 (информационно-справочная система ГОСТов);
- «Сельхозтехника» (автоматизированная справочная система).
- My TestX Pro11.

Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа:

ОС спец. назнач. «Astra Linux Special Edition» с офисной программой LibreOffice (ЮУрГАУ), MyTestXPro 11.0, nanoCAD Электро версия 10.0, PTC MathCAD Education - University Edition, Мой Офис Стандартный, Windows 10 HomeSingle Language1.0.63.71, КОМПАС 3Dv16, КОМПАС 3Dv17, КОМПАС 3Dv18, 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, GoogleChrome, MozillaFirefox, Opera, Яндекс.Браузер (YandexBrowser), MOODLE.

## **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, аудитории № 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	18
2	Показатели, критерии и шкала оценивания индикаторов достижения сформированности компетенций	18
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 дисциплины	19
4	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций	20
4.1	Оценочные средства при проведении текущего контроля успеваемости в процессе практической подготовки	20
4.1.1	Ответ на практическом занятии	20
4.1.2	Тестирование	21
4.2	Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации	25
4.2.1	Курсовая работа	25
4.2.3	Экзамен	30

## 1. Компетенции их индикаторы, формируемые в процессе освоения дисциплины

### ПК-1. Способен участвовать в проектировании электрических станций и подстанций

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Формируемые ЗУН			Наименование оценочных средств	
	знания	умения	навыки	Текущая аттестация	Промежуточная аттестация
ИД-1.ПК-1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений:	Обучающийся должен знать: стандарты и правила оформления типовой технической документации (Б1.В.05-3.1)	Обучающийся должен уметь: осуществлять сбор данных для проектирования, составлять конкурентоспособные варианты технических решения (Б1.В.05-У.1)	Обучающийся должен владеть: навыками оформления технической документации, сбора данных для проектирования (Б1.В.05-Н.1)	1. Ответ на практическое занятии	1. Защита курсовой работы. 2. Экзамен.
ИД-2.ПК-1 Обосновывает выбор целесообразного решения	Обучающийся должен знать: устройство элементов электроустановок, их сравнительные характеристики. (Б1.В.05-3.2)	Обучающийся должен уметь: обосновывать выбор целесообразного решения. (Б1.В.05-У.2)	Обучающийся должен владеть: навыками сравнения различных вариантов технических решений и выбора оптимального варианта. (Б1.В.05-Н.2)	1. Ответ на практическое занятии	1. Защита курсовой работы. 2. Экзамен.

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-3.ПК-4 Демонстрирует умение определять последствия аварийного функционирования	Обучающийся должен знать: основы проверки элементов	Обучающийся должен уметь: производить проверочные расчеты	Обучающийся должен владеть: навыками проверки элементов	1. Ответ на практическое занятии	1. Защита курсовой работы. 2. Экзамен.

технологического оборудования	электроустановок на термическую, электродинамическую и механическую прочность в условиях коротких замыканий. (Б1.В.05-3.3)	элементов электроустановок на термическую, электродинамическую и механическую прочность в условиях коротких замыканий. (Б1.В.05-У.3)	электроустановок на термическую, электродинамическую и механическую прочность в условиях коротких замыканий. (Б1.В.05-Н.3)		
-------------------------------	--	--	--	--	--

ПК-3. Способен участвовать в эксплуатации электрических станций и подстанций

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Формируемые ЗУН			Наименование оценочных средств	
	знания	умения	навыки	Текущая аттестация	Промежуточная аттестация
ИД-1.ПК-3 Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования электростанций	Обучающийся должен знать: методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования электростанций. (Б1.В.05-3.4)	Обучающийся должен уметь: использовать современные методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования электростанций (Б1.В.05-У.4)	Обучающийся должен владеть: навыками использования современных методов и технических средств испытаний и диагностики электрооборудования электростанций (Б1.В.05-Н.4)	1. Ответ на практические занятия	1. Защита курсовой работы. 2. Экзамен.
ИД-2.ПК-3 Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций	Обучающийся должен знать: основные принципы организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций. (Б1.В.05-3.5)	Обучающийся должен уметь: организовать систему технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций (Б1.В.05-У.5)	Обучающийся должен владеть: навыками организации системы технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций (Б1.В.05-Н.5)	1. Ответ на практические занятия	1. Защита курсовой работы. 2. Экзамен.

ИД-3.ПК-3 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования	Обучающийся должен знать: основные задачи эксплуатации и проектирования и их взаимосвязь . (Б1.В.05-3.6)	Обучающийся должен уметь: рассматривать задачи эксплуатации и проектирования в их взаимосвязи (Б1.В.05-У.6)	Обучающийся должен владеть: навыками осуществления взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования (Б1.В.05-Н.6)	1. Ответ на практическом занятии	1. Защита курсовой работы. 2. Экзамен.
--	--	---	--	----------------------------------	---

## 2. Показатели, критерии и шкала оценивания индикаторов достижения компетенций

ИД-1.ПК-1 – Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений:

Формируемые ЗУН	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Б1.В.05-3.1	Обучающийся не знает стандарты и правила оформления типовой технической документации	Обучающийся слабо знает стандарты и правила оформления типовой технической документации	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает стандарты и правила оформления типовой технической документации	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает стандарты и правила оформления типовой технической документации
Б1.В.05-У.1	Обучающийся не умеет осуществлять сбор данных для проектирования, составлять конкурентоспособные варианты технических решения	Обучающийся слабо умеет осуществлять сбор данных для проектирования, составлять конкурентоспособные варианты технических решения	Обучающийся с незначительными ошибками осуществляет сбор данных для проектирования, составлять конкурентоспособные варианты технических решения	Обучающийся умеет осуществлять сбор данных для проектирования, составлять конкурентоспособные варианты технических решения
Б1.В.05-Н.1	Обучающийся не владеет навыками оформления технической документации,	Обучающийся слабо владеет навыками оформления технической документации,	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками оформления технической	Обучающийся свободно владеет навыками оформления технической документации,

	сбора данных для проектирования	сбора данных для проектирования	документации, сбора данных для проектирования	сбора данных для проектирования
--	---------------------------------	---------------------------------	---	---------------------------------

ИД-2.ПК-1 Обосновывает выбор целесообразного решения

Формируемые ЗУН	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Б1.В.05-3.2	Обучающийся не знает устройство элементов электроустановок, их сравнительные характеристики.	Обучающийся слабо знает устройство элементов электроустановок, их сравнительные характеристики.	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает устройство элементов электроустановок, их сравнительные характеристики.	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает устройство элементов электроустановок, их сравнительные характеристики.
Б1.В.05 -У.2	Обучающийся не умеет обосновывать выбор целесообразного решения.	Обучающийся слабо умеет обосновывать выбор целесообразного решения.	Обучающийся с незначительными ошибками обосновывает выбор целесообразного решения.	Обучающийся умеет обосновывать выбор целесообразного решения.
Б1.В.05-Н.2	Обучающийся не владеет навыками сравнения различных вариантов технических решений и выбора оптимального варианта.	Обучающийся слабо владеет навыками сравнения различных вариантов технических решений и выбора оптимального варианта.	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками сравнения различных вариантов технических решений и выбора оптимального варианта.	Обучающийся свободно владеет навыками сравнения различных вариантов технических решений и выбора оптимального варианта.

ИД-3.ПК-4 Демонстрирует умение определять последствия аварийного функционирования технологического оборудования

Формируемые ЗУН	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Б1.В.05-3.3	Обучающийся не знает основы проверки элементов электроустановок на термическую, термическую,	Обучающийся слабо знает основы проверки элементов электроустановок на термическую, электродинамическую,	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает основы проверки элементов	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает основы проверки элементов электроустановок

	электродинамическую и механическую прочность в условиях коротких замыканий.	кую и механическую прочность в условиях коротких замыканий.	электроустановок на термическую, электродинамическую и механическую прочность в условиях коротких замыканий..	на термическую, электродинамическую и механическую прочность в условиях коротких замыканий.
Б1.В.05 -У.3	Обучающийся не умеет производить проверочные расчеты элементов электроустановок на термическую, электродинамическую и механическую прочность в условиях коротких замыканий.	Обучающийся слабо умеет производить проверочные расчеты элементов электроустановок на термическую, электродинамическую и механическую прочность в условиях коротких замыканий..	Обучающийся умеет с незначительными ошибками производить проверочные расчеты элементов электроустановок на термическую, электродинамическую и механическую прочность в условиях коротких замыканий.	Обучающийся умеет производить проверочные расчеты элементов электроустановок на термическую, электродинамическую и механическую прочность в условиях коротких замыканий.
Б1.В.05-Н.3	Обучающийся не владеет навыками проверки элементов электроустановок на термическую, электродинамическую и механическую прочность в условиях коротких замыканий.	Обучающийся слабо владеет навыками проверки элементов электроустановок на термическую, электродинамическую и механическую прочность в условиях коротких замыканий.	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками проверки элементов электроустановок на термическую, электродинамическую и механическую прочность в условиях коротких замыканий.	Обучающийся свободно владеет навыками проверки элементов электроустановок на термическую, электродинамическую и механическую прочность в условиях коротких замыканий.

ИД-1.ПК-3 Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования электростанций

Формируемые ЗУН	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Б1.В.05-3.4	Обучающийся не знает методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования	Обучающийся слабо знает методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает методы и технические средства	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает методы и технические средства испытаний и

	электростанций	ния электростанций	испытаний и диагностики электрооборудова ния электростанций	диагностики электрооборудова ния электростанций
Б1.В.05 -У.4	Обучающийся не умеет использовать современные методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования электростанций	Обучающийся слабо умеет использовать современные методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования электростанций	Обучающийся умеет с незначительными ошибками использовать современные методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования электростанций	Обучающийся умеет использовать современные методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования электростанций
Б1.В.05-Н.4	Обучающийся не владеет навыками использования современных методов и технических средств испытаний и диагностики электрооборудования электростанций	Обучающийся слабо владеет навыками использования современных методов и технических средств испытаний и диагностики электрооборудования электростанций	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками использования современных методов и технических средств испытаний и диагностики электрооборудования электростанций	Обучающийся свободно владеет навыками использования современных методов и технических средств испытаний и диагностики электрооборудования электростанций

ИД-2.ПК-3 Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций

Формируемые ЗУН	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Б1.В.05-3.5	Обучающийся не знает основные принципы организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций	Обучающийся слабо знает основные принципы организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает основные принципы организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает основные принципы организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и

			электростанций и подстанций	подстанций
Б1.В.05 -У.5	Обучающийся не умеет организовать систему технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций	Обучающийся слабо умеет организовать систему технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций	Обучающийся умеет с незначительными ошибками организовать систему технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций.	Обучающийся умеет организовать систему технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций
Б1.В.05-Н.5	Обучающийся не владеет навыками организации системы технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций	Обучающийся слабо владеет навыками организации системы технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками организации системы технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций	Обучающийся свободно владеет навыками организации системы технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций

ИД-3.ПК-3 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования

Формируемые ЗУН	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Б1.В.05-3.6	Обучающийся не знает основные задачи эксплуатации и проектирования и их взаимосвязь	Обучающийся слабо знает основные задачи эксплуатации и проектирования и их взаимосвязь	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает основные задачи эксплуатации и проектирования и их взаимосвязь	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает основные задачи эксплуатации и проектирования и их взаимосвязь
Б1.В.05 -У.6	Обучающийся не умеет рассматривать задачи эксплуатации и проектирования в их взаимосвязи	Обучающийся слабо умеет рассматривать задачи эксплуатации и проектирования в их взаимосвязи	Обучающийся умеет с незначительными ошибками рассматривать задачи эксплуатации и проектирования в	Обучающийся умеет рассматривать задачи эксплуатации и проектирования в их взаимосвязи

			их взаимосвязи	
Б1.В.05-Н.6	Обучающийся не владеет навыками осуществления взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования	Обучающийся слабо владеет навыками осуществления взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками осуществления взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования	Обучающийся свободно владеет навыками осуществления взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования

### **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 дисциплины**

Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, содержатся в учебно-методических разработках, приведенных ниже

1. Методические рекомендации для самостоятельной работы по дисциплине "Электрическая часть станций и подстанций" [Электронный ресурс]: направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль "Электроснабжение". Форма обучения - очная, заочная / сост. А. В. Белов, Ю. П. Ильин; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2019 - 30 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/46.pdf>.

2. Расчет подстанций [Электронный ресурс]: учебное пособие для курсового проектирования по дисциплине «Электрическая часть станций и подстанций» [для обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 –Электроэнергетика и электротехника, профиль: Электроснабжение, а также по направлению 35.03.06–Агроинженерия, профиль: Электроснабжение предприятий. Форма обучения – очная и заочная]. / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии; сост.: А. В. Белов, Ю. П. Ильин - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2020 - 129 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/82.pdf>.

### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность 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 в процессе практической подготовки**

#### 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	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перечислите основные исходные данные для проектирования подстанции.</li> <li>2. Опишите порядок расчета нагрузки объекта электроснабжения с использованием коэффициента одновременности.</li> <li>3. Опишите порядок расчета нагрузки объекта электроснабжения по методу упорядоченных диаграмм.</li> </ol>	ИД-1.ПК-1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений:
2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каким образом при выборе ошиновки однополосными шинами в ЗРУ 10 кВ учитывается повышенная температура в помещении?</li> <li>2. Как изменится допустимый ток плоской алюминиевой шины, если её из положения «плашмя» повернуть и установить в положение «на ребро»?</li> <li>3. В каких случаях трансформаторы тока целесообразно включать по схеме «полная звезда» а в каких – «не полная звезда»?</li> </ol>	ИД-2.ПК-1 Обосновывает выбор целесообразного решения
3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как произвести проверку ошиновки из плоских шин на термическую стойкость при коротком замыкании?</li> <li>2. В каких случаях необходима проверка гибкой ошиновки ОРУ на возможность возникновения короны?</li> <li>3. В каких случаях необходима проверка возможности схлестывания проводов гибкой ошиновки при коротком замыкании</li> </ol>	ИД-3.ПК-4 Демонстрирует умение определять последствия аварийного функционирования технологического оборудования
4	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. С точки зрения диагностики качества трансформаторного масла, какие трансформаторы предпочтительнее: типа ТМ или типа ТМГ?</li> <li>2. Каким прибором проверяют прочность изоляции низковольтного оборудования, какие показатели при этом должны быть обеспечены?</li> <li>3. Назовите основные причины выхода из строя силовых трансформаторов.</li> </ol>	ИД-1.ПК-3 Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования электростанций

5	<p>1. Перечислите способы поиска неисправностей электрооборудования.</p> <p>2. Что такое производственное техническое обслуживание и сто такое плановое техническое обслуживание?</p> <p>3. В чем заключаются функции специалиста, осуществляющего производственное техническое обслуживание электрооборудования?</p>	<p>ИД-2.ПК-3</p> <p>Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций</p>
6	<p>1. Какие особенности конструкции имеет передвижная подстанция?</p> <p>2. Перечислите особенности выбора электрооборудования во взрывоопасных помещениях?</p> <p>3. Как в обозначениях трансформатора отражены климатические особенности его эксплуатации?</p>	<p>ИД-3.ПК-3</p> <p>Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования</p>

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"> <li>- обучающийся полно усвоил учебный материал;</li> <li>- показывает знание основных понятий темы, грамотно пользуется терминологией;</li> <li>- проявляет умение анализировать и обобщать информацию, навыки связного описания явлений и процессов;</li> <li>- демонстрирует умение излагать учебный материал в определенной логической последовательности;</li> <li>- показывает умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;</li> <li>- демонстрирует сформированность и устойчивость знаний, умений и навыков;</li> <li>- могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.</li> </ul>
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"> <li>- в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа;</li> <li>- в изложении материала допущены незначительные неточности.</li> </ul>
Оценка 3 (удовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;</li> <li>- имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании явлений и процессов, исправленные после наводящих вопросов;</li> <li>- выявлена недостаточная сформированность знаний, умений и навыков, обучающийся не может применить теорию в новой ситуации.</li> </ul>
Оценка 2 (неудовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- не раскрыто основное содержание учебного материала;</li> <li>- обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;</li> <li>- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании явлений и процессов, решении задач,</li> </ul>

которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;  
- не сформированы компетенции, отсутствуют соответствующие знания, умения и навыки.

#### 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. К параметрам синхронного генератора не относится</p> <p>А) Коэффициент полезного действия            В) Номинальный ток            С) Номинальная мощность            Д) <b>Коэффициент трансформации</b> .</p> <p>2. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы предназначены</p> <p>А) Для понижения напряжения и тока            В) Для повышения напряжения и тока            С) <b>Для преобразования напряжения</b>            Д) Для преобразования тока ;</p> <p>3. Тип трансформатора трехфазного с расщепленной обмоткой НН с системой охлаждения «Д» с регулятором напряжения РПН</p> <p>А) ТРДЦНС            В) ТРДЦН            С) ТДТН            Д) <b>ТРДН</b></p> <p>4. Не изготавливаются силовые трансформаторы</p> <p>А) Трехобмоточные            В) Автотрансформаторы            С) С расщепленными обмотками            Д) <b>Однообмоточные</b></p> <p>5. Автотрансформатор по конструкции отличается от обыкновенного трансформатора</p> <p>А) Наличием электрической связи между обмотками СН и НН            В) Наличием электрической связи между обмотками ВН , СН и НН            С) <b>Наличием электрической связи между обмотками ВН и СН</b></p>	<p>ИД-1.ПК-1</p> <p>Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений:</p>

	D) Наличием электрической связи между обмотками ВН и НН	
2	<p>1. Как определить замыкание на землю в распределительной сети 10 кВ с изолированной нейтралью?</p> <p>A). По срабатыванию реле максимального тока.  <b>В). По показанию измерительных приборов.</b>  C). Путем осмотра шинопроводов подстанции.  D). По возникновению короны на проводах.</p> <p>2. Во сколько раз максимальная длина электрически связанных кабельных линий 10 кВ меньше воздушных при отсутствии компенсации емкостного тока (длина ограничена допустимой величиной емкостного тока)?</p> <p>A) в 25 раз  <b>В) в 35 раз</b>  C) в 5 раз  D) в 15 раз</p> <p>3. Регулировать напряжение трансформатора без отключения его от сети позволяет устройство</p> <p>A) АВР  <b>В) АПВ</b>  C) РПН  D) ПБВ</p> <p>4. Два трансформатора одинаковой мощности Тр1 и Тр2, подключенные к одной питающей сети переменного тока, включены параллельно и работают на общую нагрузку. Коэффициенты трансформации обоих трансформаторов одинаковы, а напряжение короткого замыкания трансформатора Тр1 больше, чем напряжение короткого замыкания трансформатора Тр2 (<math>U_{1к1} &gt; U_{1к2}</math>). Что будет происходить с трансформаторами:</p> <p>A) Будут перегреваться оба трансформатора  <b>В) Будет перегреваться Тр2</b>  C). Оба трансформатора будут нормально работать  D) Будет перегреваться Тр1</p> <p>5. На напряжение до 1000В применяются следующие аппараты</p> <p>A) Разъединители  <b>В) Автоматические выключатели</b>  C) Короткозамыкатели  D) Отделители</p>	ИД-2.ПК-1 Обосновывает выбор целесообразного решения
3	<p>1. Какое короткое замыкание называют симметричным?</p> <p>A) Однофазное короткое замыкание  B) Двухфазное короткое замыкание  <b>С) Трехфазное короткое замыкание</b>  D) Двухфазное короткое замыкание, на землю</p>	ИД-3.ПК-4 Демонстрирует умение определять последствия аварийного функционирования

<p>2. Короткое замыкание в электроустановках сопровождается</p> <p>A) <b>Понижением напряжения и увеличением тока</b></p> <p>B) Понижением тока и увеличением сопротивления</p> <p>C) Понижением напряжения и увеличением сопротивления</p> <p>D) Понижением напряжения и уменьшением тока</p> <p>3. Наибольший мгновенный ток при трехфазном коротком замыкании в электрической сети</p> <p>A) <math>I_p</math></p> <p>B) <math>i_a</math></p> <p>C) <math>i_y</math></p> <p>D) <math>I_{po}</math></p> <p>4. Гибкие шины не проверяются на сжестывание при значении тока КЗ. <math>I_{п.о.}</math>,</p> <p>A) <math>I_{п.о.} &lt; 60\text{кА}</math></p> <p>B) <math>I_{п.о.} &lt; 40\text{кА}</math></p> <p>C) <b><math>I_{п.о.} &lt; 50\text{кА}</math></b></p> <p>D) <math>I_{п.о.} &lt; 30\text{кА}</math></p> <p>5. При оценке термического действия тока КЗ, учитывается ток</p> <p>A) <math>i_y</math></p> <p>B) <math>i_a</math></p> <p>C) <math>I</math></p> <p>D) <b><math>I_{по}</math></b></p> <p>6. Определить тепловой импульс тока КЗ (импульс квадратичного тока КЗ) при следующих условиях: <math>I_{по}=10\text{ кА}</math>; <math>t=0.1\text{с}</math>; <math>T_a=0,02\text{ с}</math></p> <p>A) <math>8\text{ кА}^2 \cdot \text{с}</math></p> <p>B) <math>83,3\text{ кА}^2 \cdot \text{с}</math></p> <p>C) <math>100\text{ кА}^2 \cdot \text{с}</math></p> <p>D) <b><math>12\text{ кА}^2 \cdot \text{с}</math></b></p> <p>7. Короткозамыкатель - это коммутационный аппарат...</p> <p>A) Предназначенный для отключения электрической цепи в ненормальных режимах работы трансформатора</p> <p>B) Предназначенный для отключения электрической цепи при коротком замыкании</p> <p>C) <b>Предназначенный для создания искусственного короткого замыкания в цепи трансформатора при витковом замыкании внутри трансформатора с целью его дальнейшего отключения</b></p> <p>D) С самовозвратом предназначенный для создания искусственного короткого замыкания при витковом коротком замыкании</p> <p>8. Отделители предназначены</p> <p>A) для ручного отключения обесточенных цепей.</p>	<p>технологического оборудования</p>
---	--------------------------------------

	<p>В) для ручного отключения цепей под нагрузкой.  С) <b>для автоматического отключения обесточенных цепей.</b>  Д) для дистанционного отключения цепей с нагрузкой.</p> <p>9. Для потребителей первой категории допускается перерыв на время электроснабжения  А) На время включения резервного питания действиями дежурного персонала?  В) <b>На время автоматического восстановления питания</b>  С) 3 минуты  Д) 1 сутки</p> <p>10. Разъединителями не допускается выполнять следующие операции  А) Отключение и включение нейтралей трансформаторов в любых режимах  В) Создание видимого разрыва в отключенной электрической цепи  С) Отключение и включение зарядного тока шин  Д) <b>Отключение тока короткого замыкания</b></p>	
4	<p>1. Как обозначаются начала первичной обмотки трехфазного трансформатора?  1) a, b, c  2) x, y, z  3) <b>A, B, C</b>  4) X, Y, Z</p> <p>2. Что произошло с нагрузкой трансформатора, если ток первичной обмотки уменьшился?  1) Осталась неизменной  2) Увеличилась  3) <b>Уменьшилась</b>  4) Сопротивление нагрузки стало равным нулю.</p> <p>3. Показатель, характеризующий отношение средней активной мощности отдельного приёмника (или группы их) к её номинальному значению (<math>P_c/P_{ном} =</math> ) называется:  1) коэффициентом загрузки  2) коэффициентом формы  3) коэффициентом максимума  4) <b>коэффициентом использования активной мощности.</b></p>	ИД-1.ПК-3 Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования электростанций

5	<p>4. Каким прибором измеряют сопротивление изоляции электрооборудования?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) гальванометром</li> <li>2) тахометром</li> <li>3) <b>мегаомметром</b></li> <li>4) вольтметром.</li> </ol> <p>5. Единица измерения мощности электрических двигателей:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2) кВАр</li> <li>3) л.с.</li> <li>4) кВА</li> <li>5) <b>кВт</b></li> </ol> <p>6. Перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания дежурным персоналом допускаются для потребителей:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 1-й и 3-й категории</li> <li>2) 2-й и 3-й категории</li> <li>3) <b>2-й категории</b></li> <li>4) 1-й категории.</li> </ol> <p>7. Электроустановка, оборудование которой расположено в помещении, называется:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) КТП</li> <li>2) ОРУ</li> <li>3) <b>ЗРУ</b></li> <li>4) КРУ</li> </ol>	<p>ИД-2.ПК-3 Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций</p>
6	<p>8. В масляных трансформаторах основной изоляцией является:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) газообразные тела</li> <li>2) специально обработанная бумага</li> <li>3) масло в сочетании аморфными металлами</li> <li>4) <b>масло в сочетании с твердыми диэлектриками</b></li> </ol> <p>9. Сколько человек допускается на любой объект при его ремонте в целях обеспечения безопасного выполнения работ?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) не более 1-го</li> <li>2) не более 2-х</li> <li>3) не менее 5-ти</li> <li>4) <b>не менее 2-х.</b></li> </ol> <p>10. Для чего предназначены реакторы?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) гашение дуги</li> <li>2) <b>ограничение токов короткого замыкания</b></li> <li>3) защита от перенапряжения</li> <li>4) преобразование напряжения</li> </ol>	<p>ИД-3.ПК-3 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования</p>

По результатам теста обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Критерии оценивания ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся до начала тестирования. Результат тестирования объявляется обучающемуся непосредственно после его сдачи.

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания (% правильных ответов)</b>
Оценка 5 (отлично)	80-100
Оценка 4 (хорошо)	70-79
Оценка 3 (удовлетворительно)	50-69
Оценка 2 (неудовлетворительно)	менее 50

Тестовые задания, используемые для оценки качества дисциплины с помощью информационных технологий, приведены в РПД: «10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем» - Му TestX10.2.

## **4.2 Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

### **4.2.1 Курсовая работа**

Курсовая работа является продуктом, получаемым в результате самостоятельного планирования и выполнения учебных и исследовательских задач. Она позволяет оценить знания и умения студентов, примененные к комплексному решению конкретной производственной задачи, а также уровень сформированности аналитических навыков при работе с научной, специальной литературой, типовыми проектами, ГОСТ и другими источниками. Система курсовых работ направлена на подготовку обучающегося к выполнению выпускной квалификационной работы.

Задание на курсовую работу выдается на бланке за подписью руководителя. Выполнение курсовой работы определяется графиком его сдачи и защиты. Согласно «Положению о курсовом проектировании и выпускной квалификационной работе» общий объем текстовой документации (в страницах) в зависимости от характера работы должен находиться в пределах от 25 до 35 страниц (без учета приложений), а общий объем обязательной графической документации (в листах формата А1) в пределах – 2.

К защите допускается обучающийся, в полном объеме выполнивший курсовую работу в соответствии с предъявляемыми требованиями.

Защита курсовой работы проводится в соответствии со сроками, указанными в задании, выданном руководителем. Дата, время, место защиты объявляются обучающимся руководителем курсовой работы и данная информация размещается на информационном стенде кафедры.

Защита обучающимися курсовых работ выполняется перед комиссией, созданной по распоряжению заведующего кафедрой и состоящей не менее, чем из двух человек из числа профессорско-преподавательского состава кафедры, одним из которых, как правило, является руководитель курсовой работы.

Перед началом защиты курсовых работ один из членов комиссии лично получает в деканате ведомость защиты курсовой работы, а после окончания защиты лично сдает ее обратно в деканат факультета.

Установление очередности защиты курсовых работ обучающимися производится комиссией. Перед началом защиты обучающийся должен разместить перед комиссией графические листы, представить пояснительную записку и назвать свою фамилию, имя, отчество, группу.

В процессе доклада обучающийся должен рассказать о цели и задачах курсовой работы, донести основное его содержание, показать результаты выполненных расчетов, графической части и сделать основные выводы. Продолжительность доклада должна составлять 5...7 минут.

После завершения доклада члены комиссии и присутствующие задают вопросы обучающемуся по теме курсовой работы. Общее время ответа должно составлять не более 10 минут.

Во время защиты обучающийся при необходимости может пользоваться с разрешения комиссии справочной, нормативной и другой литературой.

Если обучающийся отказался от защиты курсовой работы в связи с неподготовленностью, то в ведомость защиты курсовой работы ему выставляется оценка «неудовлетворительно».

Нарушение дисциплины, использование обучающимися мобильных телефонов, коммуникаторов, планшетных компьютеров, ноутбуков и других видов личной коммуникационной и компьютерной техники во время защиты курсовой работы запрещено. В случае нарушения этого требования комиссия обязана удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомость защиты курсового проекта (работы) оценку «неудовлетворительно».

Оценки объявляются в день защиты курсовых проектов/курсовых работ и выставляются в зачетные книжки в присутствии обучающихся. Результаты защиты также выставляются в ведомость защиты курсовой работы, на титульных листах пояснительной записки курсовых работ и подписываются членами комиссии. Пояснительная записка и графический материал сдаются комиссии.

Преподаватели несут персональную административную ответственность за своевременность и точность внесения записей в ведомость защиты курсовой работы и в зачетные книжки.

Обучающиеся имеют право на передачу неудовлетворительных результатов защиты курсовой работы.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья могут защищать курсовую работу в сроки, установленные индивидуальным учебным планом. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на защиту курсовой работы в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Курсовая работа выполняется в соответствии с календарным графиком, который составляется ежегодно с учетом календарного учебного графика Университета и Этапами выполнения курсовой работы (см. ниже).

Шкала и критерии оценивания защиты курсовой работы представлены в таблице.

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценка «отлично»	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При защите работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на вопросы комиссии, демонстрирует глубокое знание теоретического материала,

	способен аргументировать собственные утверждения и выводы.
Оценка «хорошо»	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Пояснительная записка имеет грамотно изложенную теоретическую главу. Большинство выводов и предложений аргументировано. Имеются одна-две несущественные ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах, схемах и т.д. При защите работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на большинство вопросов комиссии, демонстрирует хорошее знание теоретического материала, но не всегда способен аргументировать собственные утверждения и выводы. При наводящих вопросах обучающийся исправляет ошибки в ответе.
Оценка «удовлетворительно»	Содержание курсовой работы частично не соответствует заданию. Пояснительная записка содержит теоретическую главу, базируется на практическом материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены недостаточно обоснованные положения. При защите работы обучающийся проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие, аргументированные ответы на заданные вопросы.
Оценка «неудовлетворительно»	Содержание курсовой работы частично не соответствует заданию. Пояснительная записка не имеет анализа, не отвечает требованиям, изложенным в методических рекомендациях кафедры. В работе нет выводов либо они носят декларативный характер. При защите обучающийся демонстрирует слабое понимание представленного материала, затрудняется с ответами на поставленные вопросы, допускает существенные ошибки.

### Примерная тематика курсовой работы

Тема курсовой работы «Расчет подстанции». Варианты заданий и методические указания по выполнению курсовой работы представлены в учебно-методических разработках, раздел 3 настоящего Фонда оценки, литература [1] и [2].

#### Содержание курсовой работы

Курсовая работа посвящена проектированию понижающей подстанции (ПС). В работе рассматриваются вопросы выбора числа и мощности силовых трансформаторов, главной схемы электрических соединений распределительных устройств высшего и низшего напряжения, оперативного тока подстанции. Выполняются расчеты токов короткого замыкания. Выбирается коммутационная и ограничивающая аппаратура, измерительные трансформаторы и схема питания собственных нужд. Разрабатывается компоновка подстанции. Уделяется внимание вопросам молниезащиты и заземления ПС.

Выполнение курсовой работы включает в себя следующие расчеты:

1. Выбор числа и мощности трансформаторов. Допустимость продолжительных аварийных перегрузок определяется по тепловому расчету в соответствии с ГОСТ-14209-97.
2. Выбор схемы электрических соединений РУ высшего напряжения (ВН), описание ее работы. Оценка достоинств и недостатков выбранной схемы.
3. Выбор схемы электрических соединений РУ низшего напряжения (НН). Выбор производится в зависимости от уровней токов короткого замыкания и числа отходящих линий с учетом числа обмоток НН силовых трансформаторов и состояния секционных выключателей.
4. Расчет токов короткого замыкания.
5. Выбор коммутационного оборудования и токоведущих частей.

6. Выбор трансформаторов тока в цепи силового трансформатора и трансформаторов напряжения на стороне НН.
7. Выбор трансформаторов собственных нужд, схемы питания потребителей СН.
8. Разработка и описание конструктивного выполнения РУ ВН и РУ НН.
9. Расчет молниезащиты и системы заземления подстанции.

#### Этапы выполнения курсовой работы

Содержание раздела	Указываются код и наименование индикатора компетенции
1. Выбор числа и мощности трансформаторов. Допустимость продолжительных аварийных перегрузок определяется по тепловому расчету в соответствии с ГОСТ-14209-97.	ИД-1.ПК-1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений:
2. Выбор схемы электрических соединений РУ высшего напряжения (ВН), описание ее работы. Оценка достоинств и недостатков выбранной схемы.	ИД-2.ПК-1 Обосновывает выбор целесообразного решения
3. Выбор схемы электрических соединений РУ низшего напряжения (НН). Выбор производится в зависимости от уровней токов короткого замыкания и числа отходящих линий с учетом числа обмоток НН силовых трансформаторов и состояния секционных выключателей.	ИД-2.ПК-1 Обосновывает выбор целесообразного решения
4. Расчет токов короткого замыкания.	ИД-3.ПК-4 Демонстрирует умение определять последствия аварийного функционирования технологического оборудования
5. Выбор коммутационного оборудования и токоведущих частей.	ИД-2.ПК-1 Обосновывает выбор целесообразного решения
6. Выбор трансформаторов тока в цепи силового трансформатора и трансформаторов напряжения на стороне НН.	ИД-2.ПК-1 Обосновывает выбор целесообразного решения
8. Разработка и описание конструктивного выполнения РУ ВН и РУ НН	ИД-3.ПК-3 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования
9. Расчет молниезащиты и системы заземления подстанции	ИД-3.ПК-4 Демонстрирует умение определять последствия аварийного функционирования технологического оборудования.

#### 4.2.4. Экзамен

Экзамен является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины. По результатам экзамена обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Экзамен по дисциплине проводится в соответствии с расписанием промежуточной аттестации, в котором указывается время его проведения, номер аудитории, место проведения консультации. Утвержденное расписание размещается на информационных стендах, а также на официальном сайте Университета.

Уровень требований для промежуточной аттестации обучающихся устанавливается рабочей программой дисциплины и доводится до сведения обучающихся в начале семестра.

Экзамены принимаются, как правило, лекторами. С разрешения заведующего кафедрой на экзамене может присутствовать преподаватель кафедры, привлеченный для помощи в приеме экзамена. В случае отсутствия ведущего преподавателя экзамен принимается преподавателем, назначенным распоряжением заведующего кафедрой.

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

Обучающиеся при явке на экзамен обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют экзаменатору.

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

Экзамены проводятся по билетам в устном или письменном виде, либо в виде тестирования. Экзаменационные билеты составляются по установленной форме в соответствии с утвержденными кафедрой экзаменационными вопросами и утверждаются заведующим кафедрой ежегодно. В билете содержится 2 теоретических вопроса.

Экзаменатору предоставляется право задавать вопросы сверх билета, а также помимо теоретических вопросов давать для решения задачи и примеры, не выходящие за рамки пройденного материала по изучаемой дисциплине.

Знания, умения и навыки обучающихся определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и выставляются в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетную книжку обучающегося в день экзамена.

При проведении устного экзамена в аудитории не должно находиться более пятнадцати на одного преподавателя.

При проведении устного экзамена студент выбирает экзаменационный билет в случайном порядке, затем называет фамилию, имя, отчество и номер экзаменационного билета.

Во время экзамена обучающиеся могут пользоваться с разрешения экзаменатора программой дисциплины, справочной и нормативной литературой, другими пособиями и техническими средствами.

Время подготовки ответа при сдаче экзамена в устной форме должно составлять не менее 40 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.

Обучающийся, испытывающий затруднения при подготовке к ответу по выбранному им билету, имеет право на выбор второго билета с соответствующим продлением времени на подготовку. При окончательном оценивании ответа оценка снижается на один балл. Выдача третьего билета не разрешается.

Если обучающийся явился на экзамен, и, взяв билет, отказался от прохождения аттестации в связи с неподготовленностью, то в ведомости ему выставляется оценка «неудовлетворительно».

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 аттестационных испытаний запрещено. В случае нарушения этого требования преподаватель обязан удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «неудовлетворительно».

Выставление оценок, полученных при подведении результатов промежуточной аттестации, в зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку проводится 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.

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

Для обучающихся, которые не смогли сдать экзамен в установленные сроки, Университет устанавливает период ликвидации задолженности. В этот период преподаватели, принимавшие экзамен, должны установить не менее 2-х дней, когда они будут принимать задолженности. Информация о ликвидации задолженности отмечается в экзаменационном листе.

Обучающимся, показавшим отличные и хорошие знания в течение семестра в ходе постоянного текущего контроля успеваемости, может быть проставлена экзаменационная оценка досрочно, т.е. без сдачи экзамена. Оценка выставляется в экзаменационный лист или в зачетно-экзаменационную ведомость.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья могут сдавать экзамены в межсессионный период 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
1	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. Дать определение следующим понятиям: электроустановка, электрический приемник, потребитель электроэнергии, электростанция, электрическая подстанция, линия электропередачи, электрическая сеть</p> <p>2.. Какие номинальные напряжения переменного тока используются в России. Дать шкалу основных номинальных напряжений от 0, 38 кВ до 500 кВ. Что такое средние номинальные напряжения. Шкала средних номинальных напряжений.</p> <p>3. Периодическая и аperiodическая составляющие тока КЗ. Ударный ток. Порядок расчета токов при трехфазном коротком замыкании</p> <p>4. Силовые трансформаторы. Их назначение. Трехфазные и однофазные трансформаторы. В каких случаях используют однофазные трансформаторы в трехфазной сети?</p>	<p>ИД-1.ПК-1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений: ИД-2.ПК-1 Обосновывает выбор целесообразного решения ИД-3.ПК-4 Демонстрирует</p>

<p>Трехобмоточные трансформаторы. Трансформаторы с расщепленными обмотками низшего напряжения. Их конструкция и применение. Условные обозначения.</p> <p>5. Электродинамическое действие токов короткого замыкания.</p> <p>6. Электротермическое действие токов короткого замыкания.</p> <p>7. Выбор электрооборудования по электродинамической и термической стойкости к токам короткого замыкания.</p> <p>8. Способы ограничения токов короткого замыкания.</p> <p>9. Назначение и выбор реакторов.</p> <p>10. Схемы электрических соединений РУ на стороне 6-10 кВ. Выбор оптимальной схемы соединений.</p> <p>11. Выключатели силовые. Классификация по способам гашения дуги. Устройство. Область применения выключателей различных типов.</p> <p>12. Основные параметры силовых выключателей. Выбор силовых выключателей.</p> <p>13. Выключатели нагрузки. Конструкция, способ гашения дуги. Особенности применения в сельском хозяйстве.</p> <p>14. Устройство и выбор разъединителей.</p> <p>15. Трансформаторы тока, Принцип действия. Типы. Обозначения. Схемы подключения. Классы точности.</p> <p>16. Выбор трансформаторов тока. Расчет сечения проводников для подключения трансформаторов тока.</p> <p>17. Трансформаторы напряжения. Принцип действия. Типы. Схемы подключения.</p> <p>18. Выбор трансформаторов напряжения. Расчет допустимой мощности нагрузки трансформаторов напряжения.</p> <p>19. Назначение и классификация ошиновки подстанции. Особенности и область применения каждого типа.</p> <p>20. Однополосная плоская ошиновка. Область применения, выбор и проверка однополосной плоской ошиновки.</p> <p>21. Двухполосная плоская ошиновка. Область применения, выбор и проверка двухполосной плоской ошиновки.</p> <p>22. Гибкая ошиновка. Область применения, выбор и проверка гибкой ошиновки.</p> <p>23. Какой режим работы является определяющим при выборе мощности трансформатора в двухтрансформаторной подстанции. Как выбирается мощность трансформатора в двухтрансформаторной подстанции?</p> <p>24. Трубочатая ошиновка. Область применения, выбор и проверка трубчатой ошиновки.</p> <p>25. Коробчатая ошиновка. Область применения, выбор и проверка коробчатой ошиновки.</p> <p>26. Двухобмоточный трансформатор. Условное обозначение. Номинальная мощность двухобмоточного трансформатора. Номинальная мощность двухобмоточного</p>	<p>умение определять последствия аварийного функционирования технологического оборудования</p> <p>ИД-1.ПК-3</p> <p>Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования электростанций</p> <p>ИД-2.ПК-3</p> <p>Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций</p> <p>ИД-3.ПК-3</p> <p>Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования</p>
--	--

трансформатора. Трехобмоточный трансформатор. Условное обозначение. Номинальная мощность трехобмоточного трансформатора. Автотрансформатор. Условное обозначение. Номинальная мощность автотрансформатора.

27. Типы заземления нейтрали трансформатора. Изобразить условные обозначения трансформаторов с различными типами заземлений нейтрали.

28. Конструкции трансформаторов. Сухие и масляные трансформаторы. Их конструктивные особенности и области применения. Герметичные масляные трансформаторы. Варианты конструктивных особенностей герметичных масляных трансформаторов. Допустимая перегрузка масляных трансформаторов.

29. Системы охлаждения масляных трансформаторов. Перечислить основные особенности систем охлаждения М; Д; ДЦ. Буквенные обозначения трансформаторов, отражающие число фаз, вид охлаждения и т.д.

30. Чем определяется количество трансформаторов на подстанции? Выбор мощности силового трансформатора для однотрансформаторной подстанции, двухтрансформаторной и т.д.

31. Конструктивное устройство ОРУ 35-220 кВ. Особенности и область применения блочных конструкций ОРУ 35-220 кВ.

32. Конструктивное устройство ЗРУ 6-10 кВ. Особенности, виды и область применения комплектных ЗРУ.

33. Типы и источники оперативного тока на подстанции. Выбор типа оперативного тока.

34. Собственные нужды электростанции и подстанции. Расчет мощности трансформатора собственных нужд.

35. Выбор трансформаторов собственных нужд подстанции. Схемы подключения собственных нужд подстанции. Схема заземления нейтрали ТСН подстанции.

36. Вторичные цепи трансформаторов собственных нужд подстанции. Устройство шкафа собственных нужд и схема заземления.

37. Высоковольтные предохранители. Типы, способы гашения дуги. Выбор плавкой вставки предохранителей.

38. Определение годового расхода электроэнергии на основе графика нагрузки по продолжительности. Определение средней нагрузки за год. Определение продолжительности использования максимальной нагрузки  $T_{\max}$ . Значение этого показателя и его применение

39. Виды заземления нейтрали силового трансформатора. Замыкание на землю в сетях с изолированной нейтралью. Схемы включения дугогасящей катушки.

40. Система с эффективно заземленной нейтралью. Область применения. Коэффициент эффективности заземления. Заземляющее устройство в сетях с эффективно заземленной нейтралью.

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице.

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценка 5 (отлично)	всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины, правильное решение задачи.
Оценка 4 (хорошо)	полное знание программного материала, усвоение основной литературы, рекомендованной в программе, наличие малозначительных ошибок в решении задачи, или недостаточно полное раскрытие содержание вопроса.
Оценка 3 (удовлетворительно)	знание основного программного материала в минимальном объеме, погрешности не принципиального характера в ответе на экзамене и в решении задачи.
Оценка 2 (неудовлетворительно)	пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы и в решении задачи.

