

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Граков Федор Николаевич

Должность: Исполняющий обязанности директора Института агроинженерии

Дата подписания: 06.09.2024 09:19:21

Уникальный программный ключ:

654718f633077684ab957bcdde1f6e02b861f463

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ИНСТИТУТ АГРОИНЖЕНЕРИИ ФГБОУ ВО ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГАУ**

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора Института агроинженерии



Н.Г. Корнешук

« 23 » мая 2024 г.

Кафедра «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов»

Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.07 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ**

Направление подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Направленность **Электроснабжение**

Уровень высшего образования – **бакалавриат**

Квалификация - **бакалавр**

Форма обучения – **очная, заочная**

Челябинск

2024

Рабочая программа дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» 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»  
« 14 » мая 2024 г. (протокол № 9 )

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



В. М. Попов

Рабочая программа дисциплины одобрена методической комиссией Института агроинженерии

« 21 » мая 2024 г. (протокол № 5 )

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



Н.Г. Корнешук

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.....	6
4. Структура и содержание дисциплины, включающее практическую подготовку .....	10
4.1 Содержание дисциплины.....	10
4.2 Содержание лекций.....	14
4.3 Содержание практических занятий .....	20
4.4 Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся .....	22
4.5. Примерная тематика контрольной работы № 1 .....	24
4.6. Примерная тематика контрольной работы № 2 .....	24
5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся.....	24
6. Фонд оценочных средств для проведения .....	25
промежуточной аттестации обучающихся .....	25
7. Основная и дополнительная литература, необходимая для освоения дисциплины .....	25
8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины.....	26
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	26
10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем .....	26
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	27
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ .....	28
ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ .....	49

# 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 следующим типам задач профессиональной деятельности: технологическому, эксплуатационному и проектному.

**Цель дисциплины** – сформировать у обучающихся систему знаний по электроэнергетическим системам и сетям, необходимых для решения практических задач сельскохозяйственного производства, а также способность принимать участие в проектировании объектов энергетики и способность проводить обоснование проектных решений.

### Задачи дисциплины:

- изучение электроэнергетических систем и сетей, технологии проектирования объектов энергетики и методов обоснования технических решений.
- формировать технические задания по системам и сетям, умению проектировать электроэнергетические системы и обосновывать проектные решения,
- научить принимать участие в проектировании электроэнергетических систем и сетей, получить навыки обоснования проектных решений.

## 1.2 Компетенции и индикаторы их достижений

ПК-2 Способен участвовать в проектировании электротехнологических установок

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Формируемые ЗУН	
ИД1 ПК-2 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений	знания	Обучающийся должен знать: данные для проектирования, конкурентно-способные варианты технических решений (Б1.В.07-3.1)
	умения	Обучающийся должен уметь: выбирать и анализировать данные для проектирования конкурентно-способных вариантов технических решений (Б1.В.07-У.1)
	навыки	Обучающийся должен владеть: навыками составления конкурентно-способных вариантов технических решений. (Б1.В.07-Н.1)
ИД2 ПК-2 Обосновывает выбор целесообразного решения	знания	Обучающийся должен знать: основные методы выбора целесообразного решения (Б1.В.07-3.2)
	умения	Обучающийся должен уметь: обосновывать выбор целесообразного решения (Б1.В.07-У.2)
	навыки	Обучающийся должен владеть: навыками обоснования выбора целесообразного решения (Б1.В.07-Н.2)
ИД3 ПК-2 Подготавливает	знания	Обучающийся должен знать: типовые технические решения и структуру предпроектной

разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений		документации (Б1.В.07-3.3)
	умения	Обучающийся должен уметь: подготавливать разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений (Б1.В.07-У.3)
	навыки	Обучающийся должен владеть: навыками подготовки разделов предпроектной документации на основе типовых технических решений (Б1.В.07-Н.3)
ИД4 ПК-2 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации	знания	Обучающийся должен знать: задачи проектирования, эксплуатации и их взаимосвязь (Б1.В.07-З.4)
	умения	Обучающийся должен уметь: демонстрировать понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации (Б1.В.07-У.4)
	навыки	Обучающийся должен владеть: навыками понимания взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации (Б1.В.07-Н.4)

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Электроэнергетические системы и сети» относится к части Блока 1 (Б1.В.07), 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 **8 зачетных единиц (ЗЕТ), 288 академических часов**.  
Дисциплина изучается:

- очная форма обучения – в 5 и 6 семестрах;
- заочная форма обучения – на 2 и 3 курсах.

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

Вид учебной работы	Количество часов	
	по очной форме обучения	по заочной форме обучения
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>128</b>	<b>34</b>
В том числе:		
Лекции	64	18
Практические / семинарские занятия (ПЗ / СЗ)	64	16
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	<b>133</b>	<b>241</b>
<b>Контроль</b>	<b>27</b>	<b>13</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>288</b>	<b>288</b>

### 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
			Лекции	ПР	ЛР		
<b>5-й семестр</b>							
1	Введение. Вклад российских ученых в мировую энергетику. Теплофикационные электроцентралы (ТЭЦ) - источники питания систем электроснабжения агропромышленного комплекса. Основные сведения об источниках распределенной (сотовой) генерации.	10	2	0	0	8	х
2	Формирование схем электрических соединений электрических сетей.	17	4	4	0	9	х
3	Выбор основного электрооборудования электрических сетей.	19	4	6	0	9	х
4	Конструкции и схемы распределительных устройств распределенной генерации.	17	4	4	0	9	х
5	Понижающие подстанции электрических сетей 35-220 кВ.	15	3	3	0	9	х
6	Выбор схем понижающих подстанций 35-220/6-10 кВ	15	3	3	0	9	
7	Расчеты и выбор основного электрооборудования подстанций	17	4	4	0	9	х
8	Современные конструкции распределительных устройств подстанций. Новая серия выключателей. Комплектные распредустройства с	17	4	4	0	9	х

	элегазом						
9	Режимы работы электрооборудования подстанций и обеспечение нормативного качества напряжения для потребителей	17	4	4	0	9	x
	<b>Всего за 5-й семестр</b>	<b>144</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>80</b>	<b>0</b>
<b>6-й семестр</b>							
10	Электрические сети питающих электросистем	13	3	3	0	5	x
11	Выбор конструктивного исполнения и номинальных параметров воздушных и кабельных линий электропередачи на основе технико-экономических критериев и с учетом необходимого комплекса ограничений	16	3	3	0	6	x
12	Выбор схем электрических сетей на основе технико-экономического анализа и с учетом обоснованной надежности электроснабжения потребителей	14	3	3	0	6	x
13	Методы снижения потерь электроэнергии в электрических сетях 35-220 кВ	16	3	3	0	6	x
14	Расчеты параметров основных нормальных и послеаварийных режимов электросетей	17	4	4	0	6	x
15	Баланс активной и реактивной мощностей в питающих электрических системах	16	4	4	0	6	
16	Выбор мощности и размещение компенсирующих устройств	16	4	4	0	6	x

17	Основы регулирования частоты	14	4	4	0	6	x
18	Методы и средства регулирования напряжения	13	4	4	0	6	x
	Контроль	9	0	0	0	0	9
	<b>Итого за 6-й семестр</b>	<b>144</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>53</b>	<b>27</b>
	<b>Всего</b>	<b>288</b>	<b>64</b>	<b>64</b>	<b>0</b>	<b>133</b>	<b>27</b>

### Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела и темы	Всего час.	В том числе				
			Контактная работа			СРС	Контроль
			Лекции	ПР	ЛР		
<b>5-й семестр</b>							
1	Введение. Вклад российских ученых в мировую энергетику. Теплофикационные электроцентралы (ТЭЦ) - источники питания систем электроснабжения агропромышленного комплекса. Основные сведения об источниках распределенной (сотовой) генерации.	13	1	0	0	12	x
2	Формирование схем электрических соединений электрических сетей.	15	1	1	0	13	x
3	Выбор основного электрооборудования электрических сетей.	15	1	1	0	13	x
4	Конструкции и схемы распределительных устройств распределенной генерации.	16	1	1	0	14	x
5	Понижающие подстанции электрических сетей 35-220 кВ.	16	1	1	0	14	x



6	Выбор схем понижающих подстанций 35-220/6-10 кВ	16	1	1	0	14	
7	Расчеты и выбор основного электрооборудования подстанций	16	1	1	0	14	x
8	Современные конструкции распределительных устройств подстанций. Новая серия выключателей. Комплектные распредустройства с элегазом	16	1	1	0	14	x
9	Режимы работы электрооборудования подстанций и обеспечение нормативного качества напряжения для потребителей	17	2	1	0	14	x
	Контроль	4	0	0	0	0	4
	<b>Итого за 5-й семестр</b>	<b>144</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>122</b>	<b>4</b>
<b>6-й семестр</b>							
10	Электрические сети питающих электросистем	13	0	0	0	13	x
11	Выбор конструктивного исполнения и номинальных параметров воздушных и кабельных линий электропередачи на основе технико-экономических критериев и с учетом необходимого комплекса ограничений	15	1	1	0	13	x
12	Выбор схем электрических сетей на основе технико-экономического анализа и с учетом обоснованной надежности электроснабжения потребителей	15	1	1	0	13	x
13	Методы снижения потерь электроэнергии в	15	1	1	0	13	x

	электрических сетях 35-220 кВ						
14	Расчеты параметров основных нормальных и послеаварийных режимов электросетей	15	1	1	0	13	х
15	Баланс активной и реактивной мощностей в питающих электрических системах	15	1	1	0	13	
16	Выбор мощности и размещение компенсирующих устройств	15	1	1	0	13	х
17	Основы регулирования частоты	16	1	1	0	14	х
18	Методы и средства регулирования напряжения	16	1	1	0	14	х
	Контроль	9	0	0	0	0	9
	<b>Итого за 6-й семестр</b>	<b>144</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>119</b>	<b>9</b>
<b>Всего</b>		<b>288</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>241</b>	<b>13</b>

#### 4. Структура и содержание программы

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

Вклад российских ученых в мировую энергетику. Теплофикационные электростанции (ТЭС) - источники питания систем электроснабжения агропромышленного комплекса. Основные сведения об источниках распределенной (сотовой) генерации.

### **Формирование схем электрических соединений электрических сетей**

Элементы. Общая характеристика. Основные требования к построению распределительных электрических сетей. Техничко-экономические расчеты при проектировании электрических сетей. Влияние параметров установившихся режимов сложных электрических сетей.

### **Выбор основного электрооборудования электрических сетей**

Виды генераторов. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы в схемах сельской электрификации. Выключатели (масляные, вакуумные, элегазовые, воздушные), отделители и короткозамыкатели. Батареи статических конденсаторов. Токоограничивающие и шунтирующие реакторы. Комплектные трансформаторные подстанции из блоков заводского изготовления (КТПБ, СКТП). Измерительные трансформаторы. Системы электроснабжения агропромышленных комплексов. Токопроводы. Приводы к выключателям высокого напряжения.

### **Конструкции и схемы распределительных устройств распределенной генерации**

Распределительные устройства высокого (ВН), среднего (СН) и низкого (НН) напряжений (особенности, структура, схемы, режимы работы). Типовые конструкции открытых (ОРУ) и закрытых (ЗРУ) распределительных устройств. Размещение распределительных устройств.

### **Режимы работы электрических сетей**

Задачи расчета и расчетные режимы. Схемы замещения для расчетов установившегося режима. Режимы потребления электроэнергии и графики электрических нагрузок. Потокораспределение и напряжения в замкнутой сети. Потери напряжения и мощности. Годовые потери электроэнергии. Участие подстанций различного типа в покрытии суммарной нагрузки. Распределение активной нагрузки. Распределение активной нагрузки между сельскими электростанциями и РИПТ. Регулирование частоты в электросистемах. Координация уровней токов короткого замыкания в электросистемах. Надежность и устойчивость работы электрических сетей.

### **Понижающие подстанции электрических сетей 35-220 кВ**

Источники питания систем электроснабжения. Главные понизительные подстанции (ГПП) (особенности, структура, схемы, режимы работы).

Электропитание по схемам глубоких вводов. Подстанции глубоких вводов, их особенности, структура, схемы и режимы работы. Компоновка электрических сельских электростанций и подстанций.

### **Выбор схем понижающих подстанций 35-220/6-20 кВ**

Номинальные напряжения электрической сети. Принципы построения схемы электрической сети. Схемы электрических соединений головных понизительных подстанций. Схемы присоединения к сети опорных подстанций. Схемы внешнего электроснабжения промышленных предприятий. Схемы внешнего электроснабжения электрифицируемых железных дорог. Схемы электрических сетей городов и поселков городского типа. Схемы электроснабжения потребителей в сельской местности. Схемы электрических соединений проходных подстанций с малым числом линий и выключателей (кольцевые, комбинированные, мостиков, переключательных пунктов). Характеристика и оценка надежности на стороне высшего напряжения. Схемы на стороне среднего и низшего напряжений. Схемы присоединения шунтовых батарей статических конденсаторов.

### **Расчеты и выбор основного электрооборудования подстанций**

Мощность и размещение шунтирующих реакторов. Выбор трансформаторов и автотрансформаторов на понижающих подстанциях. Число и номинальная мощность трансформаторов. Типы трансформаторов и экономические режимы их работы. Предельные единичные мощности трансформаторов и автотрансформаторов. Трансформаторы с продольно-поперечным регулированием.

### **Современные конструкции распределительных устройств подстанций**

Новая серия выключателей. Комплектные распредустройства 110-220 кВ с элегазом. Число отходящих линий электропередачи и их пропускная способность. Взаимосвязь стоимостных показателей ячейки ОРУ и пропускной способности линии.

### **Режимы работы электрооборудования подстанций и обеспечение нормативного качества напряжения для потребителей**

Обеспечение качества электрической энергии. Выбор предельной мощности отключения и других параметров выключателей. Некоторые меры ограничения мощности короткого замыкания. Оптимизация режимов и развитие электросистем. Режим заземления нейтрали автотрансформаторов. Контроль нагрузки трансформаторов и поддержание экономичных режимов их работы. Регулирование напряжения трансформаторов. Выбор ответвлений трансформаторов из условий допустимого отклонения напряжения у потребителей. Компенсация реактивной мощности и регулирование напряжения в электрических сетях. Токи короткого замыкания. Компенсация емкостных токов в сетях с изолированной нейтралью.

### **Электрические сети питающих электросистем**

Некоторые конструктивные данные, необходимые при выборе схемы электрических сетей. Содержание проектов развития электрических сетей. Вероятностные методы в расчетах надежности систем электроснабжения.

### **Выбор конструктивного исполнения и номинальных параметров воздушных и кабельных линий электропередачи на основе технико-экономических критериев и с учетом необходимого комплекса ограничений**

Воздушные изолированные и неизолированные линии. Кабельные линии. Выбор проводников воздушных и кабельных линий. Выбор конструктивного исполнения воздушных и кабельных линий электропередачи с учетом необходимого комплекса ограничений. Выбор номинальных параметров воздушных и кабельных линий электропередачи на основе технико-экономических критериев и с учетом необходимого комплекса ограничений. Схемы замещения линий электропередачи. Активная проводимость линий электропередачи. Реактивная проводимость и зарядная мощность линий электропередачи. Понятие о пропускной способности линий электропередачи. Схемы замещения линий электропередачи с учетом трансформаторов. Активное и реактивное сопротивление трансформаторов и автотрансформаторов. Расчет линий электропередачи по схеме замещения с учетом трансформаторов. Расчет сетей со стальными проводами.

### **Выбор схем электрических сетей на основе технико-экономического анализа и с учетом обоснованной надежности электроснабжения потребителей**

Расчет линий электропередачи большой протяженности. Задачи и методы проектирования электроосистем и электрических сетей. Техничко-экономическое сравнение вариантов сети. Выбор варианта сети с учетом надежности. Расчет линий с двухсторонним питанием. Частные случаи расчета сетей с двусторонним питанием. Расчет замкнутых сетей. Определение сечений проводников электрической сети по допустимой потере напряжения. Выбор и проверка проводов и кабелей по нагреву. Выбор аппаратов, защищающих сеть от перегрева. Зависимость напряжения и передаваемой мощности от длины линии. Повышение

пропускной способности линии. Вероятность перерывов электроснабжения и надежность элементов электросети. Учет фактора надежности электроснабжения.

### **Методы снижения потерь электроэнергии в электрических сетях 10-220 кВ**

Применение более высокой ступени напряжения по шкале номинальных напряжений. Повышение уровня напряжения путем применения устройств регулирования напряжения. Регулирование активных и реактивных мощностей в отдельных звеньях сети. Применение рациональных схем сети с наиболее экономичной загрузкой линий и трансформаторов. Рационализация электрохозяйств.

### **Расчеты параметров основных нормальных и послеаварийных режимов электросетей**

Векторная диаграмма линий электропередачи. Расчет линий электропередачи по П-образной схеме замещения с нагрузкой, выраженной мощностью. Потери мощности в трансформаторах и автотрансформаторах. Потери мощности и энергии в линиях. Схемы замещения и расчетные режимы для проверки статической и динамической устойчивости электрической системы. Перетоки мощности и требования к пропускной способности связей. Расчет разомкнутых электрических сетей с несколькими нагрузками. Расчет замкнутых сетей с одной или несколькими электростанциями. Расчет сложных сетей методом преобразования сети. Совместный расчет электрических сетей с линиями нескольких номинальных напряжений.

### **Режимы питающих электрических систем и управление качеством электроэнергии**

Режимы нейтрали электрических сетей различных напряжений. Принципы решения сложных задач с привлечением комплекса методов и алгоритмов. Области применения методов оптимизации режимов электросистем. Показатели качества электрической энергии. Уменьшение потерь мощности в распределительных сетях и системах электроснабжения.

### **Баланс активной и реактивной мощностей в питающих электрических системах**

Баланс активной мощности и его связь с частотой. Оптимальное распределение активных мощностей. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением. Регулирующий эффект нагрузки. Потребители реактивной мощности. Выработка реактивной мощности на электростанциях. Резервы мощности. Участие электростанций в покрытии суточного графика нагрузки. Расход электроэнергии на собственные нужды электростанций. Максимальные электрические нагрузки отдельных групп потребителей. Расчетные электрические нагрузки элементов сети.

### **Выбор мощности и размещение компенсирующих устройств**

Компенсация реактивной мощности. Компенсирующие устройства. Расстановка компенсирующих устройств. Применение системного подхода к оптимизации при компенсации реактивной мощности. Конденсаторные установки для компенсации реактивной мощности. Выбор мощности компенсирующих устройств. Продольная компенсация индуктивности линий.

### **Основы регулирования частоты**

Принцип действия регулятора скорости турбин генераторов. Регулирование частоты в электросистемах. Координация уровней токов короткого замыкания в электросистемах. Надежность и устойчивость работы электрических систем. Обоснование развития генерирующих мощностей. Объем автоматизации электрических станций и электрических систем. Автоматическая синхронизация генераторов. Автоматическая разгрузка по частоте. Автоматическое повторное включение. Автоматическое включение резерва.

## Методы и средства регулирования напряжения

Отклонение напряжения в электрических сетях, причины образования и возможные пределы изменений. Зависимость технико-экономических показателей работы электроприемников и электрических систем от уровней рабочих напряжений. Колебания напряжения. Несинусоидальность в электроэнергетических системах и мероприятия по борьбе с ней. Нормирование качества напряжения и его отклонения от номинального. Действующие нормы допустимых отклонений напряжения у электроприемников. Определение допустимой потери напряжения по таблицам отклонения напряжения. Способы и средства регулирования напряжения в электрических сетях. Регулирование напряжения генераторами сельских электростанций. Встречное регулирование напряжения и стабилизация. Регулирование напряжения последовательной компенсацией реактивного сопротивления линий. Регулирование напряжения вольтодобавочными трансформаторами и автотрансформаторами. Регулирование напряжения изменением потоков реактивной мощности. Сравнение способов регулирования напряжения. Несимметрия в электрических сетях и мероприятия по ее снижению.

## 4.2 Содержание лекций

### Очная форма обучения

№ п/п	Наименование лекций	Количество часов	Практическая подготовка
<b>5-й семестр</b>			
1	<b>Введение.</b> Вклад российских ученых в мировую энергетику. Основные сведения об электропитающих системах Теплофикационные электроцентралы (ТЭЦ) - источники питания систем электроснабжения..	2	+
2	<b>Формирование схем электрических соединений ТЭЦ</b> Элементы. Общая характеристика. Основные требования к построению питающих электрических сетей. Техничко-экономические расчеты при проектировании электрических сетей. Влияние режимов работы ТЭЦ на формирование схем электрических соединений. Работа ТЭЦ в составе электроэнергетических систем. ТЭЦ – основные источники питания систем электроснабжения.	4	+
3	<b>Выбор основного электрооборудования</b> Генераторы. Трансформаторы и автотрансформаторы. Выключатели, отделители и короткозамыкатели. Синхронные компенсаторы. Батареи конденсаторов. Токоограничивающие и шунтирующие реакторы. Комплектные трансформаторные подстанции из блоков заводского изготовления (КТПБ). Измерительные трансформаторы. Системы охлаждения и возбуждения. Токопроводы. Приводы к выключателям высокого напряжения	4	+
4	<b>Конструкции и схемы распределительных устройств ТЭЦ</b> Распределительные устройства высокого (ВН), среднего (СН) и низкого (НН) напряжений (особенности, структура, схемы, режимы работы). Типовые конструкции открытых и закрытых распределительных устройств. Размещение распределительных	4	+

	устройств.		
5	<b>Понижающие подстанции электрических сетей 35-220 кВ</b> Источники питания систем электроснабжения. Главные понизительные подстанции (ГПП) (особенности, структура, схемы, режимы работы). Электропитание по схемам глубоких вводов. Подстанции глубоких вводов, их особенности, структура, схемы и режимы работы. Компоновка электрических станций и подстанций.	3	+
6	<b>Выбор схем понижающих подстанций 35-220/6-20 кВ</b> Номинальные напряжения электрической сети. Принципы построения схемы электрической сети. Схемы электрических соединений мощных узловых подстанций. Схемы присоединения к сети понижающих подстанций. Схемы внешнего электроснабжения промышленных предприятий. Схемы внешнего электроснабжения электрифицируемых железных дорог. Схемы электрических сетей городов. Схемы электроснабжения потребителей в сельской местности. Схемы электрических соединений проходных подстанций с малым числом линий и выключателей (кольцевые, комбинированные, мостиков, переключательных пунктов). Характеристика и оценка надежности на стороне высшего напряжения. Схемы на стороне среднего и низшего напряжений. Схемы присоединения шунтовых батарей статических конденсаторов и синхронных компенсаторов.	3	+
7	<b>Режим и выбор основного электрооборудования</b> Задачи расчета и расчетные режимы. Схемы замещения для расчетов установившегося режима. Режимы потребления электроэнергии и графики электрических нагрузок. Потокораспределение и напряжения в узлах замкнутой сети. Потери напряжения и мощности. Годовые потери электроэнергии. Участие электростанций различного типа в покрытии суммарной нагрузки. Распределение активной нагрузки. Распределение активной нагрузки между электростанциями или отдельными генераторами. Распределение набросов активной нагрузки между агрегатами электростанций. Принцип действия регулятора скорости турбин. Регулирование частоты в энергосистемах. Координация уровней токов короткого замыкания в энергосистемах. Надежность и устойчивость работы энергосистем.	4	+
8	Современные конструкции распределительных устройств подстанций. Новая серия выключателей. Комплектные распределительные устройства с элегазом	4	+
9	Режимы работы электрооборудования подстанций и обеспечение нормативного качества напряжения для потребителей	4	+
	<b>Итого за 5-й семестр</b>	<b>32</b>	
	<b>6-й семестр</b>		
10	<b>Электрические сети питающих энергосистем</b> Некоторые конструктивные данные, необходимые при выборе схемы электрических сетей. Содержание проектов развития электрических сетей.	3	+

11	<p><b>Выбор конструктивного исполнения и номинальных параметров воздушных и кабельных линий электропередачи на основе технико-экономических критериев и с учетом необходимого комплекса ограничений</b></p> <p>Воздушные линии. Кабельные линии. Выбор проводников воздушных и кабельных линий. Выбор конструктивного исполнения воздушных и кабельных линий электропередачи с учетом необходимого комплекса ограничений. Выбор номинальных параметров воздушных и кабельных линий электропередачи на основе технико-экономических критериев и с учетом необходимого комплекса ограничений. Схемы замещения линий электропередачи. Активная проводимость линий электропередачи. Реактивная проводимость и зарядная мощность линий электропередачи. Понятие о пропускной способности линий электропередачи. Схемы замещения линий электропередачи с учетом трансформаторов. Активное и реактивное сопротивления трансформаторов и автотрансформаторов. Расчет линий электропередачи по схеме замещения с учетом трансформаторов. Расчет сетей со стальными проводами.</p>	3	+
12	<p><b>Выбор схем электрических сетей на основе технико-экономического анализа и с учетом обоснованной надежности электроснабжения потребителей</b></p>	3	+
13	<p><b>Методы снижения потерь электроэнергии в электрических сетях 35-220 кВ</b></p>	3	+
14	<p><b>Расчеты параметров основных нормальных и послеаварийных режимов электросетей</b></p> <p>Векторная диаграмма линий электропередачи. Расчет линий электропередачи по П-образной схеме замещения с нагрузкой, выраженной мощностью. Потери мощности в трансформаторах и автотрансформаторах. Потери мощности и энергии в линиях. Схемы замещения и расчетные режимы для проверки статической и динамической устойчивости электрической системы. Перетоки мощности и требования к пропускной способности связей. Расчет разомкнутых электрических сетей с несколькими нагрузками. Расчет замкнутых сетей с одной или несколькими электростанциями. Расчет сложных сетей методом преобразования сети. Совместный расчет электрических сетей с линиями нескольких номинальных напряжений.</p>	4	+
15	<p><b>Баланс активной и реактивной мощностей в питающих электроэнергетических системах</b></p> <p>Баланс активной мощности и его связь с частотой. Оптимальное распределение активных мощностей. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением. Регулирующий эффект нагрузки. Потребители реактивной мощности. Выработка реактивной мощности на электростанциях. Резервы мощности. Участие электростанций в покрытии суточного графика нагрузки. Расход электроэнергии на собственные нужды электростанций. Максимальные электрические нагрузки отдельных групп потребителей. Расчетные электрические нагрузки элементов сети.</p>	4	+
16	<p><b>Выбор мощности и размещение компенсирующих устройств</b></p> <p>Компенсация реактивной мощности. Компенсирующие устройства. Расстановка компенсирующих устройств. Применение системного подхода к оптимизации при компенсации реактивной мощности.</p>	4	+



	Конденсаторные установки для компенсации реактивной мощности. Выбор мощности компенсирующих устройств. Продольная компенсация индуктивности линий.		
17	<b>Основы регулирования частоты</b> Принцип действия регулятора скорости турбин. Регулирование частоты в энергосистемах. Координация уровней токов короткого замыкания в энергосистемах. Надежность и устойчивость работы энергосистем. Основные типы электростанций. Обоснование развития генерирующих мощностей. Объем автоматизации электрических станций и электрических систем. Автоматическая синхронизация генераторов. Автоматическая разгрузка по частоте. Автоматическое повторное включение. Автоматическое включение резерва.	4	+
18	<b>Методы и средства регулирования напряжения</b> Режимы нейтрали электрических сетей различных напряжений. Принципы решения сложных задач с привлечением комплекса методов и алгоритмов. Области применения методов оптимизации режимов энергосистем. Показатели качества электрической энергии. Уменьшение потерь мощности в распределительных сетях и системах электроснабжения.	4	+
	<b>Итого за 6-й семестр</b>	<b>32</b>	
	<b>Всего</b>	<b>64</b>	<b>30%</b>

### Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование лекций	Количество часов	Практическая подготовка
<b>5-й семестр</b>			
1	<b>Введение.</b> Вклад российских ученых в мировую энергетику. Основные сведения об электропитающих системах Теплофикационные электроцентралы (ТЭЦ) - источники питания систем электроснабжения..	1	+
2	<b>Формирование схем электрических соединений ТЭЦ</b> Элементы. Общая характеристика. Основные требования к построению питающих электрических сетей. Техничко-экономические расчеты при проектировании электрических сетей. Влияние режимов работы ТЭЦ на формирование схем электрических соединений. Работа ТЭЦ в составе электроэнергетических систем. ТЭЦ – основные источники питания систем электроснабжения.	1	+
3	<b>Выбор основного электрооборудования</b> Генераторы. Трансформаторы и автотрансформаторы. Выключатели, отделители и короткозамыкатели. Синхронные компенсаторы. Батареи конденсаторов. Токоограничивающие и шунтирующие реакторы. Комплектные трансформаторные подстанции из блоков заводского изготовления (КТПБ). Измерительные трансформаторы. Системы охлаждения и возбуждения. Токопроводы. Приводы к выключателям высокого напряжения	1	+

4	<b>Конструкции и схемы распределительных устройств ТЭЦ</b> Распределительные устройства высокого (ВН), среднего (СН) и низкого (НН) напряжений (особенности, структура, схемы, режимы работы). Типовые конструкции открытых и закрытых распределительных устройств. Размещение распределительных устройств.	1	+
5	<b>Понижающие подстанции электрических сетей 35-220 кВ</b> Источники питания систем электроснабжения. Главные понизительные подстанции (ГПП) (особенности, структура, схемы, режимы работы). Электропитание по схемам глубоких вводов. Подстанции глубоких вводов, их особенности, структура, схемы и режимы работы. Компоновка электрических станций и подстанций.	1	+
6	<b>Выбор схем понижающих подстанций 35-220/6-20 кВ</b> Номинальные напряжения электрической сети. Принципы построения схемы электрической сети. Схемы электрических соединений мощных узловых подстанций. Схемы присоединения к сети понижающих подстанций. Схемы внешнего электроснабжения промышленных предприятий. Схемы внешнего электроснабжения электрифицируемых железных дорог. Схемы электрических сетей городов. Схемы электроснабжения потребителей в сельской местности. Схемы электрических соединений проходных подстанций с малым числом линий и выключателей (кольцевые, комбинированные, мостиков, переключательных пунктов). Характеристика и оценка надежности на стороне высшего напряжения. Схемы на стороне среднего и низшего напряжений. Схемы присоединения шунтовых батарей статических конденсаторов и синхронных компенсаторов.	1	+
7	<b>Режим и выбор основного электрооборудования</b> Задачи расчета и расчетные режимы. Схемы замещения для расчетов установившегося режима. Режимы потребления электроэнергии и графики электрических нагрузок. Потокораспределение и напряжения в узлах замкнутой сети. Потери напряжения и мощности. Годовые потери электроэнергии. Участие электростанций различного типа в покрытии суммарной нагрузки. Распределение активной нагрузки. Распределение активной нагрузки между электростанциями или отдельными генераторами. Распределение набросов активной нагрузки между агрегатами электростанций. Принцип действия регулятора скорости турбин. Регулирование частоты в энергосистемах. Координация уровней токов короткого замыкания в энергосистемах. Надежность и устойчивость работы энергосистем.	1	+
8	Современные конструкции распределительных устройств подстанций. Новая серия выключателей. Комплектные распределительные устройства с элегазом	1	+
9	Режимы работы электрооборудования подстанций и обеспечение нормативного качества напряжения для потребителей	2	+
	<b>Итого за 5-й семестр</b>	<b>10</b>	
<b>6-й семестр</b>			
10	<b>Электрические сети питающих энергосистем</b>	0	+

	Некоторые конструктивные данные, необходимые при выборе схемы электрических сетей. Содержание проектов развития электрических сетей.		
11	<b>Выбор конструктивного исполнения и номинальных параметров воздушных и кабельных линий электропередачи на основе технико-экономических критериев и с учетом необходимого комплекса ограничений</b> Воздушные линии. Кабельные линии. Выбор проводников воздушных и кабельных линий. Выбор конструктивного исполнения воздушных и кабельных линий электропередачи с учетом необходимого комплекса ограничений. Выбор номинальных параметров воздушных и кабельных линий электропередачи на основе технико-экономических критериев и с учетом необходимого комплекса ограничений. Схемы замещения линий электропередачи. Активная проводимость линий электропередачи. Реактивная проводимость и зарядная мощность линий электропередачи. Понятие о пропускной способности линий электропередачи. Схемы замещения линий электропередачи с учетом трансформаторов. Активное и реактивное сопротивления трансформаторов и автотрансформаторов. Расчет линий электропередачи по схеме замещения с учетом трансформаторов. Расчет сетей со стальными проводами.	1	+
12	<b>Выбор схем электрических сетей</b> на основе технико-экономического анализа и с учетом обоснованной надежности электроснабжения потребителей	1	+
13	<b>Методы снижения потерь электроэнергии</b> в электрических сетях 35-220 кВ	1	+
14	<b>Расчеты параметров основных нормальных и послеаварийных режимов электросетей</b> Векторная диаграмма линий электропередачи. Расчет линий электропередачи по П-образной схеме замещения с нагрузкой, выраженной мощностью. Потери мощности в трансформаторах и автотрансформаторах. Потери мощности и энергии в линиях. Схемы замещения и расчетные режимы для проверки статической и динамической устойчивости электрической системы. Перетоки мощности и требования к пропускной способности связей. Расчет разомкнутых электрических сетей с несколькими нагрузками. Расчет замкнутых сетей с одной или несколькими электростанциями. Расчет сложных сетей методом преобразования сети. Совместный расчет электрических сетей с линиями нескольких номинальных напряжений.	1	+
15	<b>Баланс активной и реактивной мощностей в питающих электроэнергетических системах</b> Баланс активной мощности и его связь с частотой. Оптимальное распределение активных мощностей. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением. Регулирующий эффект нагрузки. Потребители реактивной мощности. Выработка реактивной мощности на электростанциях. Резервы мощности. Участие электростанций в покрытии суточного графика нагрузки. Расход электроэнергии на собственные нужды электростанций. Максимальные электрические нагрузки отдельных групп потребителей. Расчетные электрические нагрузки элементов сети.	1	+

16	<b>Выбор мощности и размещение компенсирующих устройств</b> Компенсация реактивной мощности. Компенсирующие устройства. Расстановка компенсирующих устройств. Применение системного подхода к оптимизации при компенсации реактивной мощности. Конденсаторные установки для компенсации реактивной мощности. Выбор мощности компенсирующих устройств. Продольная компенсация индуктивности линий.	1	+
17	<b>Основы регулирования частоты</b> Принцип действия регулятора скорости турбин. Регулирование частоты в энергосистемах. Координация уровней токов короткого замыкания в энергосистемах. Надежность и устойчивость работы энергосистем. Основные типы электростанций. Обоснование развития генерирующих мощностей. Объем автоматизации электрических станций и электрических систем. Автоматическая синхронизация генераторов. Автоматическая разгрузка по частоте. Автоматическое повторное включение. Автоматическое включение резерва.	1	+
18	<b>Методы и средства регулирования напряжения</b> Режимы нейтрали электрических сетей различных напряжений. Принципы решения сложных задач с привлечением комплекса методов и алгоритмов. Области применения методов оптимизации режимов энергосистем. Показатели качества электрической энергии. Уменьшение потерь мощности в распределительных сетях и системах электроснабжения.	1	+
	<b>Итого за 6-й семестр</b>	<b>8</b>	
	<b>Всего</b>	<b>18</b>	<b>30%</b>

### 4.3 Содержание практических занятий

#### Очная форма обучения

№ п/п	Наименование практических занятий	Количество часов	Практическая подготовка
<b>5-й семестр</b>			
1	Выбор основного электрооборудования	6	+
2	Схемы замещения для расчетов установившегося режима. Режимы потребления электроэнергии и графики электрических нагрузок. Потокораспределение и напряжения в узлах замкнутой сети. Потери напряжения и мощности..	6	+
3	Годовые потери электроэнергии. Участие электростанций различного типа в покрытии суммарной нагрузки. Распределение активной нагрузки. Распределение активной нагрузки между электростанциями или отдельными генераторами	6	+
4	Схемы электрических сетей городов. Схемы электроснабжения потребителей в сельской местности. Схемы электрических соединений проходных подстанций с малым числом линий и	6	+

	выключателей (кольцевые, комбинированные, мостиков, переключательных пунктов).		
5	Электропитание по схемам глубоких вводов. Подстанции глубоких вводов, их особенности, структура, схемы и режимы работы. Компоновка электрических станций и подстанций	4	+
6	Выбор ответвлений трансформаторов из условий допускаемого отклонения напряжения у потребителей. Реактивная мощность и регулирование напряжения.	4	+
	<b>. Итого за 5-й семестр</b>	<b>32</b>	
	<b>6-й семестр</b>		
7	Принципы построения схемы электрической сети. Схемы электрических соединений мощных узловых подстанций. Схемы присоединения к сети понижающих подстанций. Схемы внешнего электроснабжения промышленных предприятий. Схемы электрических сетей городов.	6	+
8	Повышение уровня напряжения путем применения устройств регулирования напряжения. Регулирование активных и реактивных мощностей в отдельных звеньях сети.	8	+
9	Расчет линий электропередачи по П-образной схеме замещения с нагрузкой, выраженной мощностью.	6	+
10	Участие электростанций в покрытии суточного графика нагрузки. Расход электроэнергии на собственные нужды электростанций. Максимальные электрические нагрузки отдельных групп потребителей.	6	+
11	Расстановка компенсирующих устройств. Применение системного подхода к оптимизации при компенсации реактивной мощности.	6	+
	<b>Итого за 6-й семестр</b>	<b>32</b>	
	<b>Всего</b>	<b>64</b>	<b>50%</b>

### Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование практических занятий	Количество часов	Практическая подготовка
	<b>5-й семестр</b>		
1	Выбор основного электрооборудования	2	+
2	Схемы замещения для расчетов установившегося режима. Режимы потребления электроэнергии и графики электрических нагрузок. Потокораспределение и напряжения в узлах замкнутой сети. Потери напряжения и мощности.	1	+
3	Годовые потери электроэнергии. Участие электростанций различного типа в покрытии суммарной нагрузки. Распределение активной нагрузки. Распределение активной нагрузки между электростанциями или отдельными генераторами	1	+
4	Схемы электрических сетей городов. Схемы электроснабжения потребителей в сельской местности. Схемы электрических соединений проходных подстанций с малым числом линий и	1	+

	выключателей (кольцевые, комбинированные, мостиков, переключательных пунктов).		
5	Электропитание по схемам глубоких вводов. Подстанции глубоких вводов, их особенности, структура, схемы и режимы работы. Компоновка электрических станций и подстанций	1	+
6	Выбор ответвлений трансформаторов из условий допускаемого отклонения напряжения у потребителей. Реактивная мощность и регулирование напряжения.	2	+
	<b>. Итого за 5-й семестр</b>	<b>8</b>	
	<b>6-й семестр</b>		
3	Принципы построения схемы электрической сети. Схемы электрических соединений мощных узловых подстанций. Схемы присоединения к сети понижающих подстанций. Схемы внешнего электроснабжения промышленных предприятий. Схемы электрических сетей городов.	1	+
4	Повышение уровня напряжения путем применения устройств регулирования напряжения. Регулирование активных и реактивных мощностей в отдельных звеньях сети.	1	+
	Расчет линий электропередачи по П-образной схеме замещения с нагрузкой, выраженной мощностью.	2	+
	Участие электростанций в покрытии суточного графика нагрузки. Расход электроэнергии на собственные нужды электростанций. Максимальные электрические нагрузки отдельных групп потребителей.	2	+
	Расстановка компенсирующих устройств. Применение системного подхода к оптимизации при компенсации реактивной мощности.	2	+
	<b>Итого за 6-й семестр</b>	<b>8</b>	
	<b>Всего</b>	<b>16</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	
	по очной форме обучения	по заочной форме обучения
Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов	102	150
Подготовка к практическим занятиям	22	22
Выполнение контрольной работы	0	60
Подготовка к промежуточной аттестации	9	9
<b>Итого</b>	<b>133</b>	<b>241</b>

##### 4.4.2. Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Наименование изучаемых тем или вопросов	Количество часов	
		по очной форме обучения	по заочной форме обучения

<b>5-й семестр</b>			
1	Теплофикационные электроцентралы (ТЭЦ) - источники питания систем электроснабжения (Челябинская область).	8	12
2	Технико-экономические расчеты при проектировании электрических сетей (бизнес- планирование в энергетике)	9	13
3	Использование устройств малой генерации (Когенерационные установки). Преимущества распределенной генерации.	9	13
4	Схемы замещения для расчетов установившегося режима.	9	14
5	Подстанции глубоких вводов, их особенности, структура, схемы и режимы работы.	9	14
6	Схемы внешнего электроснабжения электрифицируемых железных дорог.	9	14
7	Рационализация энергохозяйств по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях 35-220 кВ	9	14
8	Компенсация емкостных токов в сетях с изолированной нейтралью.	9	14
9	Режимы работы электрооборудования подстанций	9	14
<b>Итого за 5-й семестр</b>		<b>80</b>	<b>122</b>
<b>6-й семестр</b>			
10	Расчет линий электропередачи по схеме замещения с учетом трансформаторов. Расчет сетей со стальными проводами.	5	13
11	Зависимость напряжения и передаваемой мощности от длины линии. Повышение пропускной способности линии. Вероятность перерывов электроснабжения и надежность элементов электросети. Учет фактора надежности электроснабжения	6	13
12	Совместный расчет электрических сетей с линиями нескольких номинальных напряжений	6	13
13	Регулирование активных и реактивных мощностей в отдельных звеньях сети.	6	13
14	Совместный расчет электрических сетей с линиями нескольких номинальных напряжений.	6	13
15	Выработка реактивной мощности на электростанциях. Резервы мощности	6	13
16	Расстановка компенсирующих устройств. Применение системного подхода к оптимизации при компенсации реактивной мощности.	6	13
17	Надежность и устойчивость работы энергосистем. Основные типы электростанций. Обоснование развития генерирующих мощностей. Объем автоматизации электрических станций и электрических систем. Автоматическая синхронизация генераторов. Автоматическая разгрузка по частоте.	6	14
18	Регулирование напряжения изменением потоков реактивной мощности. Сравнение способов регулирования напряжения.	6	14
<b>Итого за 6-й семестр</b>		<b>53</b>	<b>119</b>
<b>Всего</b>		<b>133</b>	<b>207</b>

#### **4.5. Примерная тематика контрольной работы № 1**

Контрольная работа № 1 выполняется в 5-м семестре.

В целях закрепления знаний, полученных самостоятельно и за время аудиторных занятий, обучающимся предлагается выполнить контрольную работу «Проектирование радиальной электрической сети». Контрольная работа предусматривается как форма отчётности по самостоятельной работе обучающихся.

Содержание контрольной работы № 1:

Необходимо выполнить следующие пункты.

1. Составление эквивалентной схемы замещения районной электрической сети.
2. Определение параметров эквивалентной схемы замещения районной электрической сети с односторонним питанием.
3. Нахождение потокораспределения в районной сети в нормальном режиме.
4. Электрический расчет распределительной сети 10 кВ.

#### **4.6. Примерная тематика контрольной работы № 2**

Курсовая работа № 2 выполняется в 6-м семестре.

Контрольная работа № 2 является продолжением контрольной работы № 1 и при тех же исходных данных.

В целях закрепления знаний, полученных за время аудиторных занятий, обучающимся предлагается выполнить контрольную работу № 2 «Проектирование замкнутой электрической сети с двухсторонним питанием». Контрольная работа предусматривается как форма отчётности по самостоятельной работе обучающихся.

*Содержание расчетной части контрольной работы № 2:*

На основе исходной схемы (4 варианта) и основных её параметров (16 вариантов к каждой исходной схеме) предлагается выполнить следующие расчеты:

5. Составление эквивалентной схемы замещения районной электрической сети.
6. Определение параметров эквивалентной схемы замещения районной электрической сети.
7. Нахождение потокораспределения в районной сети в нормальном режиме.
8. Определение потерь напряжения в различных звеньях и напряжений в различных точках сети.
9. Регулирование напряжения. Подбор регулировочных ответвлений на трансформаторах с РПН.
10. Расчет послеаварийных режимов районной сети.
11. Электрический расчет распределительной сети 10 кВ с двухсторонним питанием.

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

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

1. Системы электроснабжения городов и промышленных предприятий [Электронный ресурс]: учеб. пособие к курсовому проекту / Южно-Уральский ГАУ; сост.: Ю. П. Ильин [и др.] - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2016 - 92 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/peesh/21.pdf>. - Доступ из сети Интернет: <http://nb.sursau.ru:8080/webdocs/peesh/21.pdf>.

2. Электроэнергетические системы и сети [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 - 39 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/81.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. 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>.

2. Лыкин А. В. Распределительные электрические сети [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Лыкин; Новосибирский государственный технический университет - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018 - 115 с. - Доступ к полному тексту с сайта ЭБС Университетская библиотека online: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576415>.

3. Лыкин А. В. Электрические системы и сети [Электронный ресурс]: учебник / А.В. Лыкин; Новосибирский государственный технический университет - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017 - 363 с. - Доступ к полному тексту с сайта ЭБС Университетская библиотека online: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575236>.

### **Дополнительная литература**

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

### **Периодические издания:**

1. АПК России: научный журнал / Южно-Уральский государственный аграрный университет - Челябинск: ЮУрГАУ, - <https://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. Системы электроснабжения городов и промышленных предприятий [Электронный ресурс]: учеб. пособие к курсовому проекту / Южно-Уральский ГАУ; сост.: Ю. П. Ильин [и др.] - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2016 - 92 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/peesh/21.pdf>. - Доступ из сети Интернет: <http://nb.sursau.ru:8080/webdocs/peesh/21.pdf>.

2. Электроэнергетические системы и сети [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 - 39 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/81.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).
- My TestX Pro11.

Программное обеспечение

Операционная система специального назначения «Astra Linux Special Edition» с офисной программой LibreOffice, MyTestXPro 11.0, nanoCAD Электро версия 10.0 локальная, nanoCAD Отопление версия 10.0 локальная, PTC MathCAD Education - University Edition, Мой Офис Стандартный, 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 Acdmc, КОМПАС 3D v19, КОМПАС 3D v18, КОМПАС 3D v17, 1С: Университет ПРОФ 2.1, 1С: Колледж ПРОФ, Kaspersky Endpoint Security, Microsoft Windows Server CAL 2012 Russian Academic OPEN 1 License User CAL, Microsoft Win Starter 7 Russian Academic Open 1 License No Level Legalization Get Genuine, Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License NoLevel, Виртуальный учебный стенд «Электромонтаж» (СПО), MOODLE, «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, 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 IЮ.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП....	22
2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций...	22
3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций в процессе освоения ОПОП.....	25
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций	25
4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости.....	25
4.1.1. Опрос на практическом занятии.....	25
4.1.2. Тестирование.....	27
4.1.3. Контрольная работа.....	30
4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации	31
4.2.1 Зачет с оценкой.....	31
4.2.2. Экзамен.....	34

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

ПК-2 Способен участвовать в проектировании электротехнологических установок

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Формируемые ЗУН			Наименование оценочных средств	
	знания	умения	навыки	Текущая аттестация	Промежуточная аттестация
ИД1 ПК-2 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений	Обучающийся должен знать: данные для проектирования, конкурентно-способные варианты технических решений (Б1.В.07-3.1)	Обучающийся должен уметь: выбирать и анализировать данные для проектирования конкурентно-способных вариантов технических решений (Б1.В.07-У.1)	Обучающийся должен владеть: навыками составления конкурентно-способных вариантов технических решений. (Б1.В.07-Н.1)	1. Опрос на практическом занятии 2. Проверка контрольной работы	1. Зачет. 2. Экзамен.
ИД2 ПК-2 Обосновывает выбор целесообразного решения	Обучающийся должен знать: основные методы выбора целесообразного решения (Б1.В.07-3.2)	Обучающийся должен уметь: обосновывать выбор целесообразного решения (Б1.В.07-У.2)	Обучающийся должен владеть: навыками обоснования выбора целесообразного решения (Б1.В.07-Н.2)	1. Опрос на практическом занятии 2. Проверка контрольной работы	1. Зачет. 2. Экзамен.
ИД3 ПК-2 Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений	Обучающийся должен знать: типовые технические решения и структуру предпроектной документации (Б1.В.07-3.3)	Обучающийся должен уметь: подготавливать разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений (Б1.В.07-У.3)	Обучающийся должен владеть: навыками подготовки разделов предпроектной документации на основе типовых технических решений (Б1.В.07-Н.3)	1. Опрос на практическом занятии 2. Проверка контрольной работы	1. Зачет. 2. Экзамен.
ИД4 ПК-2 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и	Обучающийся должен знать: задачи проектирования	Обучающийся должен уметь: демонстрировать	Обучающийся должен владеть: навыками понимания	1. Опрос на практическом занятии	1. Зачет. 2. Экзамен.

эксплуатации	ия, эксплуатации и их взаимосвязь (Б1.В.07-3.4)	понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации (Б1.В.07-У.4)	взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации (Б1.В.07-Н.4)	2. Проверка контрольной работы	
--------------	---	---	---	--------------------------------	--

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

ИД1 ПК-2 –Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений

Показатели оценивания (ЗУН)	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Б1.В.07-3.1	Обучающийся не знает данные для проектирования, конкурентно-способные варианты технических решений	Обучающийся слабо знает данные для проектирования, конкурентно-способные варианты технических решений	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает данные для проектирования, конкурентно-способные варианты технических решений	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает данные для проектирования, конкурентно-способные варианты технических решений
Б1.В.07-У.1	Обучающийся не умеет выбирать и анализировать данные для проектирования конкурентно-способных вариантов технических решений	Обучающийся слабо умеет выбирать и анализировать данные для проектирования конкурентно-способных вариантов технических решений	Обучающийся умеет с незначительными ошибками выбирать и анализировать данные для проектирования конкурентно-способных вариантов технических решений	Обучающийся умеет выбирать и анализировать данные для проектирования конкурентно-способных вариантов технических решений
Б1.В.07-Н.1	Обучающийся не владеет: навыками составления конкурентно-способных вариантов технических	Обучающийся слабо владеет: навыками составления конкурентно-способных вариантов технических	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет: навыками составления конкурентно-способных	Обучающийся свободно владеет: навыками составления конкурентно-способных вариантов технических

	решений.	решений	вариантов технических решений	решений
--	----------	---------	-------------------------------------	---------

ИД2 ПК-2 – Обосновывает выбор целесообразного решения

Показатели оценивания (ЗУН)	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Б1.В.07-3.2	Обучающийся не знает основные методы выбора целесообразного решения	Обучающийся слабо знает основные методы выбора целесообразного решения	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает основные методы выбора целесообразного решения	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает основные методы выбора целесообразного решения
Б1.В.07-У.2	Обучающийся не умеет обосновывать выбор целесообразного решения	Обучающийся слабо умеет обосновывать выбор целесообразного решения	Обучающийся умеет с незначительными ошибками обосновывать выбор целесообразного решения	Обучающийся умеет обосновывать выбор целесообразного решения
Б1.В.07-Н.2	Обучающийся не владеет: навыками обоснования выбора целесообразного решения	Обучающийся слабо владеет: навыками обоснования выбора целесообразного решения	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет: навыками обоснования выбора целесообразного решения	Обучающийся свободно владеет: навыками обоснования выбора целесообразного решения

ИД3 ПК-2 – Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений

Показатели оценивания (ЗУН)	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Б1.В.07-3.3	Обучающийся не знает типовые технические решения и структуру предпроектной документации	Обучающийся слабо знает типовые технические решения и структуру предпроектной	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает типовые технические	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает типовые технические решения и



		документации	решения и структуру предпроектной документации	структуру предпроектной документации
Б1.В.07-У.3	Обучающийся не умеет подготавливать разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений	Обучающийся слабо умеет подготавливать разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений	Обучающийся умеет с незначительными ошибками умеет подготавливать разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений	Обучающийся умеет подготавливать разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений
Б1.В.07-Н.3	Обучающийся не владеет: навыками подготовки разделов предпроектной документации на основе типовых технических решений	Обучающийся слабо владеет: навыками подготовки разделов предпроектной документации на основе типовых технических решений	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет: навыками подготовки разделов предпроектной документации на основе типовых технических решений	Обучающийся свободно владеет: навыками подготовки разделов предпроектной документации на основе типовых технических решений

ИД4 ПК-2 – Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации

Показатели оценивания (ЗУН)	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Б1.В.07-3.4	Обучающийся не знает задачи проектирования, эксплуатации и их взаимосвязь	Обучающийся слабо знает задачи проектирования, эксплуатации и их взаимосвязь	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает задачи проектирования, эксплуатации и их взаимосвязь	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает задачи проектирования, эксплуатации и их взаимосвязь
Б1.В.07-У.4	Обучающийся не умеет продемонстрировать понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации	Обучающийся слабо умеет продемонстрировать понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации	Обучающийся умеет с незначительными ошибками умеет продемонстрировать понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации	Обучающийся умеет продемонстрировать понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации

Б1.В.07-Н.4	Обучающийся не владеет: навыками понимания взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации	Обучающийся слабо владеет: навыками понимания взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет: навыками понимания взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации	Обучающийся свободно владеет: навыками понимания взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации
-------------	---	--	---	---

### 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

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

1. Системы электроснабжения городов и промышленных предприятий [Электронный ресурс]: учеб. пособие к курсовому проекту / Южно-Уральский ГАУ; сост.: Ю. П. Ильин [и др.] - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2016 - 92 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/peesh/21.pdf>. - Доступ из сети Интернет: <http://nb.sursau.ru:8080/webdocs/peesh/21.pdf>.

2. Электроэнергетические системы и сети [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 - 39 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/esh/81.pdf>.

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

#### 4.1. Оценочные средства при проведении текущего контроля успеваемости

##### 4.1.1. Опрос на практическом занятии

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

№	Оценочные средства	Код и наименование индикатора компетенции
	Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или)	

	опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины	
1	1. Перечислите основные исходные данные для проектирования подстанции. 2. Опишите порядок расчета нагрузки объекта электроснабжения с использованием коэффициента одновременности. 3. Опишите порядок расчета нагрузки объекта электроснабжения по методу упорядоченных диаграмм.	ИД1 ПК-2 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений
2	1. Каким образом при выборе ошиновки однополосными шинами в ЗРУ 10 кВ учитывается повышенная температура в помещении? 2. Как изменится допустимый ток плоской алюминиевой шины, если её из положения «плашмя» повернуть и установить в положение «на ребро»? 3. В каких случаях трансформаторы тока целесообразно включать по схеме «полная звезда» а в каких – «не полная звезда»?	ИД2 ПК-2 Обосновывает выбор целесообразного решения
3	1. В чем состоит предпроектная документация? 2. В чем заключается борьба с потерями в элементах электрических сетей? 3. Какова роль источников нетрадиционной энергетики в энергоснабжении ответственных потребителей	ИД3 ПК-2 Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений
4	1. Как использование резервных источников питания влияет на себестоимость электрической энергии? 2. Из чего складывается ущерб от недоотпуска электрической энергии для молочного комплекса? 3. Как элементы бесконтактных защит влияют на уровень потерь энергии	ИД4 ПК-2 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации

Критерии оценивания ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после устного 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</li> </ul>

	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 изложении материала 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 явлений и процессов, исправленные после наводящих вопросов; - выявлена недостаточная сформированность знаний, умений и навыков, 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 явлений и процессов, решении задач, 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. Не изготавливаются силовые трансформаторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Трехобмоточные</li> <li>2) С расщепленными обмотками</li> <li>3) Двухобмоточные</li> <li>4) <b>Однообмоточные</b> .</li> </ol> <p>2. К симметричным видам короткого замыкания относятся</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Однофазное КЗ в сетях с изолированной нейтралью</li> <li>2) Двухфазное КЗ в сетях с заземленной нейтралью</li> <li>3) <b>Трехфазное</b></li> <li>4) Двухфазное на землю в сетях с заземленной нейтралью;</li> </ol>	ИД1 ПК-2 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений

	<p>3. Короткое замыкание в электроустановках сопровождается</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Увеличением тока у потребителя</li> <li>2) Резким повышением тока и напряжения на выходе генератора</li> <li>3) Увеличением тока и сопротивления с повышенным нагревом</li> <li>4) <b>Резким снижением напряжения вблизи места повреждения и увеличением тока</b></li> </ol> <p>4. К специальным техническим средствам для ограничения тока КЗ относятся</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) АПВ на линиях</li> <li>2) Дугогасящие реакторы</li> <li>3) Секционирующие элементы</li> <li>4) <b>Токоограничивающие реакторы</b></li> </ol> <p>5. Наибольший ток при трехфазном КЗ в электрической сети</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>I_p</math></li> <li>2) <math>i_a</math></li> <li>3) <math>I_{p0}</math></li> <li>4) <math>i_y</math></li> </ol>	
2	<p>1. В отключающих аппаратах выше 1 кВ не применяется способ гашения дуги:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1). <b>В воздухе высокого давления</b></li> <li>2). Гашение дуги в элегазе</li> <li>3). Гашение дуги в вакууме.</li> <li>4). Удлинение дуги.</li> </ol> <p>2. На напряжении до 1000 В не применяется</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) рубильника</li> <li>2) <b>силовые выключатели</b></li> <li>3) предохранители</li> <li>4) контакторы</li> </ol> <p>3. Рубильник – это коммутационный аппарат, предназначенный</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>Для ручного отключения и включения цепи постоянного и переменного тока с токами до номинального.</b></li> <li>2) Для автоматического включения и отключения в ненормальных режимах</li> <li>3) Для управления и защиты от перегрузок электрической цепи постоянного и переменного тока</li> <li>4) Для автоматического включения и отключения в рабочих режимах</li> </ol> <p>4. Расцепители являются основными элементами конструкции</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Рубильников</li> </ol>	ИД2 ПК-2 Обосновывает выбор целесообразного решения

	<p>2) <b>Автоматических воздушных выключателей</b>  3). Переключателей  4) Контакторы</p> <p>5. Разъединители это</p> <p>1) Контактный коммутационный аппарат для включения токов в любых режимах  2) Для включения и отключения цепи в аварийных режимах  3) Контактный коммутационный аппарат для реверсивного пуска двигателя  <b>4) Контактный коммутационный аппарат для включения и отключения цепи без тока или с незначительным током</b></p>	
3	<p>1. Конструктивно отсутствуют разъединители</p> <p>1) Рубящего типа  2) Горизонтально поворотного типа  3) <b>Вакуумного типа</b>  4) Катящегося типа</p> <p>2. Гибкие шины не проверяются на схлестывание</p> <p>1) до <b>50 кА</b>  2) до 60 кА  3) до 40 кА  4) до 30 кА.</p> <p>3. Для сборных шин и ошинок применяются</p> <p>1) Жесткие стальные шины  2) Гибкие медные провода  3) Гибкие стальные провода  <b>4) Жесткие алюминиевые шины</b></p> <p>4. Трансформаторы тока не выбирают по следующим условиям</p> <p>1) по классу точности  2) по току  3) по напряжению  <b>4) по отключающей способности</b></p> <p>5. Горение электрической дуги между контактами поддерживается</p> <p>1) Термоэлектронной эмиссией  2) Автоэлектронной эмиссией  3) Ударной ионизацией  <b>4) Термоионизацией промежутка в стволе дуги</b></p>	ИДЗ ПК-2 Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений

4	<p>1. Для гашения электрической дуги в аппаратах до и выше 1000 В используются</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Гашение в элегазе</li> <li>2) Гашение в масле</li> <li>3) Гашение за счет синхронизации момента отключения в бестоковой поазой</li> <li>4) <b>Гашение дуги в узких щелях, удлинение дуги</b></li> </ol> <p>2. В предохранителях с разборными патронами ПР плавкие вставки выполняются</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Из меди и алюминия</li> <li>2) Из меди и серебра</li> <li>3) Из цинка и свинца</li> <li>4) <b>Из меди и цинка.</b></li> </ol> <p>3. Разъединителями не допускается выполнять операции</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) отключение и включение нейтралей трансформаторов в любых режимах</li> <li>2) создание видимого разрыва в отключенной электрической цепи</li> <li>3) отключение и включение зарядного тока шин</li> <li>4) <b>отключение тока короткого замыкания.</b></li> </ol> <p>4. Короткозамыкатель - это коммутационный аппарат</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) для отключения электрической цепи при ненормально режиме трансформатора</li> <li>2) для отключения электрической цепи при коротком замыкании</li> <li>3) предназначенный для управления электрической цепью при коротких замыканиях</li> <li>4) <b>предназначенный для создания искусственного короткого замыкания в цепи трансформатора с целью дальнейшего его отключения.</b></li> </ol> <p>5. Токоограничивающим свойством обладают электрические аппараты</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) разъединители</li> <li>2) контакторы</li> <li>3) магнитные пускатели</li> <li>4) <b>предохранители.</b></li> </ol>	ИД4 ПК-2 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации
---	--	---

#### 4.1.3. Контрольная работа

Контрольные работы № 1 и № 2 предусматривается как форма отчётности по самостоятельной работе обучающихся.

Задания на контрольные работы по вариантам даны в методической литературе..

Работа в готовом виде должна быть предоставлена на проверку преподавателю не менее чем за 2 недели до начала экзаменационной сессии. Работа может быть представлена в рукописном варианте в отдельной тетради. Схемы и таблицы также могут быть выполнены в рукописном варианте. По результатам проверки контрольной работы выставляется оценка.

Оценки за выполнение контрольной работы выставляются в отдельную графу в журнале преподавателя.

Обучающиеся, не выполнившие контрольные работы, не допускаются к сдаче зачета и (или) экзамена.

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценка 5 (отлично)	Контрольная работа выполнена в срок, в полном объеме и на высоком уровне. При написании работы обучающийся продемонстрировал навыки и умения в полном объеме.
Оценка 4 (хорошо)	Контрольная работа выполнена полностью, но с незначительными замечаниями, Расчеты произведены с незначительными погрешностями.
Оценка 3 (удовлетворительно)	Контрольная работа выполнена не полностью или с ошибками. Оформление небрежное, выводы носят поверхностный характер.
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**

### **4.2.1. 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», «неудовлетворительно» в случае дифференцированного зачета.

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

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

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

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».

Обучающимся, имеющим академическую задолженность, в секретариате директората выдается экзаменационный лист. В данном случае при успешном прохождении аттестации оценка выставляется руководителем практики в экзаменационный лист. Преподаватель сдает экзаменационный лист в деканат в день проведения зачета или утром следующего дня.

Преподавателем проводится зачет на основе устных ответов обучающегося на контрольные вопросы по каждому показателю сформированности компетенций. Преподавателю предоставляется право задавать обучающемуся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины. Время подготовки ответа в устной форме при сдаче зачета должно составлять 10 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 10 минут.



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. Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице

№	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. Обзор и перспективы развития электрических сетей и систем.</p> <p>2. Развитие энергосистем России. Общая характеристика электрических сетей и систем.</p> <p>3. Краткий исторический обзор развития электрических систем в России и в мире.</p> <p>4. Структура и основные элементы электрической системы.</p> <p>5. Электрические сети и их классификация.</p> <p>6. Номинальное напряжение электрических сетей.</p> <p>7. Нормативные материалы по электрическим системам и сетям.</p> <p>8. Общая характеристика ВЛ.</p> <p>9. Условия работы ВЛ.</p> <p>10. Опоры ВЛ.</p> <p>11. Провода ВЛ.</p> <p>12. Изоляция ВЛ.</p> <p>13. Арматура ВЛ.</p> <p>14. Компактные линии электропередачи.</p> <p>15. ВЛИ и внутренние линии электрических сетей.</p> <p>16. Кабельные линии.</p> <p>17. Исходные положения и задачи расчета механической части ВЛ электропередачи.</p>	ИД1 ПК-2 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений
2	<p>18. Климатические условия и их нормирование.</p> <p>19. Определение удельных нагрузок на провода и тросы.</p> <p>20. Основные уравнения, характеризующие состояние провода в пролете.</p> <p>21. Тепловые электрические станции (ТЭЦ, КЭС), их особенности.</p> <p>22. Гидроэлектростанции (ГЭС) и гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС). 23. Особенности, достоинства, недостатки.</p> <p>24. Атомные электростанции (особенности, достоинства, недостатки).</p> <p>25. Газотурбинные установки. Дизельные электростанции (особенности, достоинства, недостатки).</p> <p>26. Ветроэлектростанции, солнечные электростанции, геотермальные и приливные электростанции (особенности, достоинства, недостатки).</p> <p>27. Преимущества создания объединенных энергосистем.</p> <p>28. Пути снижения потерь электроэнергии и ее рационального</p>	ИД2 ПК-2 Обосновывает выбор целесообразного решения

	<p>использования.</p> <p>29.Автоматизация электрических сетей. Сетевое и местное резервирование.</p> <p>30.Организационные и технические мероприятия повышения надежности электрических сетей.</p> <p>31.Определение допустимого снижения напряжения на запускаемом электродвигателе.</p> <p>32.Порядок проверки успешного запуска крупного асинхронного электродвигателя.</p> <p>33.Определение допустимого снижения напряжения на рядом работающем электродвигателе при пуске рассматриваемого.</p> <p>34.Схемы замещения линий электрических сетей.</p> <p>35.Понятие о режимах электрических сетей и систем.</p>	
3	<p>36.Сопrotивления ВЛ и КЛ с жилами из цветного металла.</p> <p>37.Проводимости ВЛ и КЛ с жилами из цветного металла.</p> <p>38.Сопrotивления и проводимости двухобмоточного понизительного трансформатора.</p> <p>39.Сопrotивления и проводимости трехобмоточного понизительного трансформатора.</p> <p>40.Время использования максимальной нагрузки. Время максимальных потерь.</p> <p>41.Потери мощности и энергии в линиях электрических сетей.</p> <p>42.Потери мощности и энергии в трансформаторах.</p> <p>43.Расчетные нагрузки сетей и расчетные мощности станций.</p> <p>44.Влияние коэффициента мощности на величину потерь энергии в линии.</p> <p>45.Векторная диаграмма токов и напряжений в линии.</p> <p>46.Потеря и падение напряжения.</p> <p>47.Основные технико-экономические показатели электрических сетей и энергетических объектов.</p> <p>48.Сравнение вариантов технико-экономических расчетов по сроку окупаемости и приведенным затратам.</p> <p>49.Выбор сечения проводов и кабелей по экономической плотности тока.</p> <p>50.Порядок расчета <math>F_{\text{ЭК}}</math> проводов и кабелей в сетях <math>3^x</math> фазного переменного тока по <math>j_{\text{ЭК}}</math>.</p> <p>51.Выбор сечения проводов методом экономических интервалов нагрузок.</p> <p>52.Выбор сечения проводов и кабелей по условиям нагрева.</p>	ИД3 ПК-2 Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений
4	<p>53.Расчет нагрева проводов и кабелей при продолжительных нагрузках.</p> <p>54.Защита электрических сетей плавкими предохранителями и автоматическими выключателями.</p> <p>55.Расчет проводов и кабелей по допустимой потере напряжения при условии постоянства сечений вдоль магистрали.</p> <p>56.Расчет проводов и кабелей по допустимой потере напряжения при условии минимального расхода проводникового материала.</p> <p>57.Расчет проводов и кабелей по допустимой потере напряжения при условии постоянства плотности тока.</p> <p>58.Расчет разветвленных сетей по <math>\Delta U_{\text{доп}}</math>.</p>	ИД4 ПК-2 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации

	<p>59.Методика выбора сечений проводов и кабелей в замкнутых сетях с 2-х сторонним питанием.</p> <p>60.Зависимость технико-экономических показателей работы электроприемников и электрических систем от рабочих напряжений.</p> <p>61.Отклонение напряжения в электрических сетях, причины их образования и возможные пределы изменений. Действующие нормы допустимых отклонений напряжения.</p> <p>62.Определение <math>\Delta U_{\text{доп}}</math> в сети 10 кВ и 0,38 кВ по таблицам отклонения U.</p> <p>63.Регулирование напряжения в электрических сетях путем изменения U генераторов на электростанциях.</p> <p>64.Регулирование U изменением коэффициента трансформации трансформаторов.</p> <p>65.Регулирование U при помощи вольтодобавочных трансформаторов и автотрансформаторов.</p> <p>66.Регулирование U уменьшением индуктивного сопротивления ВЛ путем последовательного включения конденсаторов.</p> <p>67.Регулирование U в сетях изменением параметров сети и величины реактивной мощности в них.</p>	
--	---	--

### Шкалы и критерии оценивания ответа обучающегося

Вид аттестации – зачёт с оценкой

Шкала	Критерии оценивания
Оценка 5 (отлично)	- демонстрация глубокой общетеоретической подготовки, - проявлены умения обобщать, анализировать материал, делать выводы - содержательные и правильные ответы на контрольные вопросы и задания по каждому показателю сформированности компетенций
Оценка 4 (хорошо)	- демонстрация глубокой общетеоретической подготовки, - проявлены умения обобщать, анализировать материал, делать выводы, - содержательные и правильные ответы на контрольные вопросы и задания по каждому показателю сформированности компетенций, незначительные затруднения и противоречия в ответах
Оценка 3 (удовлетворительно)	- демонстрация общетеоретической подготовки, - проявлены недостаточные умения обобщать, анализировать материал, делать выводы, - ответы на контрольные вопросы и задания по каждому показателю сформированности компетенций даны недостаточные, установлены затруднения при ответах
Оценка 2 (неудовлетворительно)	- слабая общетеоретическая подготовки, - умения обобщать, анализировать материал, делать выводы отсутствуют, - отсутствуют ответы на контрольные вопросы и задания по каждому показателю сформированности компетенций, допущены принципиальные ошибки

#### 4.2.2 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, воспитательной работе и молодежной политике, заместителя директора Института по учебной работе не допускается.

Для проведения экзамена ведущий преподаватель накануне получает в секретариате директората зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в секретариат 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 в день экзамена.

При проведении устного экзамена в аудитории не должно находиться более пятнадцати обучающихся 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 проводится в присутствии самого обучающегося. Преподаватели несут персональную ответственность за своевременность и точность внесения записей о результатах промежуточной аттестации в зачетно-экзаменационную ведомость.

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.

№	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	ИД1 ПК-2 индикатора компетенции
1	1.Выбор схем ЛЭП и электрических сетей. 2.Выбор номинального напряжения электрической сети. 3.Схемы разомкнутых нерезервированных электрических сетей. 4.Схемы разомкнутых резервированных электрических сетей. 5.Схемы замкнутых электрических сетей. 6.Автоматическое секционирование и резервирование распределителей с двухсторонним питанием. 7.Генерация, потребление и баланс активной мощности в электрических системах. 8.Взаимосвязанность баланса активной мощности и частоты переменного тока. 9.Основные методы регулирования частоты в электрических системах и распределение выработки активной мощности между электростанциями. 10.Устройство и принцип действия регулятора скорости вращения турбогенераторов. 11.Генерация, потребление и баланс реактивной мощности	ИД1 ПК-2 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений

	<p>в электрических системах.</p> <p>12.Влияние реактивной мощности на технико-экономические показатели.</p> <p>13.Мероприятия и устройства для снижения потребления реактивной мощности.</p> <p>14.Синхронные компенсаторы (свойства, параметры, принципиальные схемы включения).</p> <p>15.Конденсаторные установки для компенсации реактивной мощности (свойства, параметры, принципиальные схемы включения).</p>	
2	<p>16.Напряжения, принимаемые для ЛЭП. Особенности расчета ЛЭП высокого напряжения.</p> <p>17.Расчет линии электропередачи по П-образной схеме замещения с нагрузкой, выраженной током.</p> <p>18.Расчет линии электропередачи по П-образной схеме замещения (<math>G=0</math>) с нагрузкой, выраженной мощностью (по данным конца звена).</p> <p>19.Расчет линии электропередачи по П-образной схеме замещения (<math>G=0</math>) с нагрузкой, выраженной мощностью (по заданному напряжению в начале линии и заданной мощности в конце линии).</p> <p>20.Анализ режимов работы сетей и управления режимами. Расчет замкнутых сетей.</p> <p>21.Общий случай расчета сети с двухсторонним питанием.</p> <p>22.Расчет сетей с двухсторонним питанием при одинаковом напряжении на питающих пунктах.</p> <p>23.Частные случаи расчета сетей с двухсторонним питанием.</p> <p>24.Расчет замкнутых сетей (при нормальной работе) с неравномерной нагрузкой линий по длине.</p> <p>25.Режимы нейтрали электрических сетей различных напряжений. Сети с глухозаземленной нейтралью.</p> <p>26.Принцип компенсации емкостного тока в сетях с изолированной нейтралью.</p> <p>27.Применимость сложно-замкнутых сетей и методы их расчета.</p> <p>28.Метод преобразования сети. Сложение параллельных линий при отсутствии на них нагрузок и разложение нагрузок по ветвям исходной схемы.</p> <p>29.Перенос нагрузок в другие точки сети и возврат нагрузок при преобразовании схемы в исходную.</p> <p>30.Преобразование треугольника в эквивалентную звезду и определение токораспределения в сторонах треугольника. Преобразование звезды сопротивлений в эквивалентный треугольник.</p>	<p>ИД2 ПК-2</p> <p>Обосновывает выбор целесообразного решения</p>
3	<p>31.Расчет сложнозамкнутой сети с одним питающим пунктом методом контурных мощностей (токов).</p> <p>32.Расчет сложнозамкнутой сети с одним питающим пунктом методом узловых напряжений.</p> <p>33.Особенности расчета сложнозамкнутой сети при нескольких питающих пунктах. Методы Зейделя и</p>	<p>ИД3 ПК-2</p> <p>Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых</p>

	<p>Ньютона.</p> <p>34.Метод наложения. Отключение линии и изменение электрической нагрузки.</p> <p>35.Особенности расчетов нормальных режимов сложнзамкнутых сетей на ЭВМ. Метод простой итерации.</p> <p>36.Использование матриц и основных законов матричной алгебры для анализа электрических сетей.</p> <p>37.Матрицы инцидентов (узловая – М, контурная – N).</p> <p>38.Законы Кирхгофа в матричной форме.</p> <p>39.Матрицы узловых проводимостей.</p> <p>40.Матрицы контурных сопротивлений.</p> <p>41.Матрицы коэффициентов распределения.</p> <p>42.Влияние напряжения на работу элементов электрической системы. Особенности регулирования напряжения в условиях избытка и дефицита реактивной мощности.</p> <p>43.Задачи и критерии оптимизации режимов работы электрических сетей и систем.</p> <p>44.Оптимизация распределения активной нагрузки системы между электростанциями.</p> <p>45.Принудительное распределение мощностей в замкнутых сетях.</p>	технических решений
4	<p>46.Оптимизация распределения реактивных нагрузок между источниками реактивной мощности.</p> <p>47.Совместная оптимизация режима питающей сети по напряжению, реактивной мощности источников и коэффициентам трансформации.</p> <p>48.Основные пути электросбережения.</p> <p>49.Пути снижения потерь мощности и электроэнергии в электрических сетях.</p> <p>50.Технологические особенности электрических систем.</p> <p>51.Количественная оценка преимущества объединения энергосистем.</p> <p>52.Технологические особенности электрических систем.</p> <p>53.Системные эксплуатационные свойства электрических станций.</p> <p>54.Накопители энергии и их воздействие на эксплуатационные свойства электрической системы.</p> <p>55.Эксплуатационные свойства трансформаторов.</p> <p>56.Эксплуатационные свойства линий электропередачи.</p> <p>57.Экологические аспекты электрических систем.</p> <p>58.Принципы системного и местного регулирования напряжения.</p> <p>59.Потери мощности и электроэнергии в линиях, трансформаторах и компенсирующих устройствах.</p> <p>60.Методы определения потерь электроэнергии в электрических сетях.</p>	ИД4 ПК-2 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице.

Шкала	Критерии оценивания
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.



