

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

Декан энергетического факультета

С.А.Иванова

« 07 » февраля 2018 г.



Кафедра «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов»

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.13 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

Направления подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профиль – **Электроснабжение**

Уровень высшего образования – **бакалавриат (академический)**

Квалификация – **бакалавр**

Форма обучения – **очная**

Челябинск
2018

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 03.09.2015 г. № 955.. Программа предназначена для подготовки бакалавра по направлению **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль Электроснабжение.**

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

Составитель: кандидат технических наук, доцент каф. ЭАТП Ильин Ю.П.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов»
« 02 » февраля 2018 г. (протокол № 8)

Зав. кафедрой ЭАТП,
доктор технических наук, профессор



В. М. Попов

Рабочая программа дисциплины одобрена методической комиссией энергетического факультета

« 07 » февраля 2018 г. (протокол № 9)

Председатель методической комиссии
энергетического факультета,
кандидат технических наук, доцент



В. А. Захаров

Директор научной библиотеки



Е. И. Лебедева

Содержание

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП.....	4
1.1 Цель и задачи дисциплины.....	4
1.2 Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций)	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 программы	8
4.1 Содержание дисциплины.....	8
4.2 Содержание лекций.....	12
4.3 Содержание практических занятий	16
4.4. Содержание лабораторных занятий	17
4.5 Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся	18
4.6. Примерная тематика курсовой работы	20
5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся.....	20
6. Фонд оценочных средств для проведения	21
промежуточной аттестации обучающихся	21
7. Основная и дополнительная литература, необходимая для освоения дисциплины	21
8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины.....	22
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	22
10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	22
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	23
12. Инновационные формы образовательные технологии	23
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ	24
ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ	39

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 видам профессиональной деятельности: научно-исследовательской, проектно-конструкторской, производственно-технологической, монтажно-наладочной, сервисно-эксплуатационной, организационно-управленческой.

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 Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций)

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	знания	умения	навыки
ПК-3 Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Обучающийся должен знать: технология проектирования электроэнергетических систем в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (Б1.В.13-31)	Обучающийся должен уметь: принимать участие в проектировании электроэнергетических систем в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (Б1.В.13-У1)	Обучающийся должен владеть: навыками участия в проектировании электроэнергетических систем в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (Б1.В.13-Н1)
ПК-4 Способность	Обучающийся должен знать:	Обучающийся должен уметь:	Обучающийся должен владеть:

проводить обоснование проектных решений	основные методы обоснования проектных решений при проектировании электроэнергетических систем на основе инженерных расчетов и нормативно-технической документации (Б1.В.13-32)	обосновывать проектные решения при проектировании электроэнергетических систем на основе инженерных расчетов и нормативно-технической документации (Б1.В.13-У2)	навыками обоснования проектных решений при проектировании электроэнергетических систем на основе инженерных расчетов и нормативно-технической документации (Б1.В.13-Н2)
---	--	---	---

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Электроэнергетические системы и сети» относится к вариативной части Блока 1 (Б1.В.13) основной профессиональной образовательной программы академического бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль – Электроснабжение.

Разделы учебной дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предшествующими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предшествующих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	Формируемые компетенции
		Раздел 1
Предшествующие дисциплины		
1	Основы проектирования, монтажа и эксплуатации электрооборудования сельскохозяйственных предприятий	ПК-3, ПК-4, ПК-11
2	Нетрадиционные и возобновляемые источники электрической энергии	ПК-3, ПК-7
3	Автоматизированные системы управления технологическими процессами	ПК-3, ОПК-2
Последующие дисциплины		
1	Техника высоких напряжений	ПК-3, ПК-7

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Объем дисциплины составляет **10** зачетных единиц (ЗЕТ), **360** академических часа (далее часов). Дисциплина изучается в **5-м и 6-м семестрах**.

3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Количество часов / зачетных единиц		
	Всего	5-й семестр	6-й семестр

Контактная работа (всего)	176	64	112
В том числе:			
Лекции	64	32	32
Практические / семинарские занятия (ПЗ / СЗ)	64	16	48
Лабораторные занятия (ЛЗ)	48	16	32
Самостоятельная работа обучающихся	121	53	68
В том числе			
Самостоятельное изучение материала	52	8	44
Подготовка к практическим / семинарским занятиям	18	6	12
Подготовка к лабораторным и к защите лабораторных работ	18	6	12
Выполнение курсовой работы	33	33	-
Контроль	63	27	36
Общая трудоемкость	360/10	144/4	216/6

3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам

№ п/п	Наименование раздела и темы	Всего		В том числе				
		Час.	%	Контактная работа			СРС	Контроль
				Лекции	ПР	ЛР		
5-й семестр								
1	Введение. Теплофикационные электроцентралы (ТЭЦ) - источники питания систем электроснабжения агропромышленного комплекса. Основные сведения об источниках распределенной (сотовой) генерации.	2	1,3	2	-	-	-	х
2	Формирование схем электрических соединений электрических сетей.	6	4,2	2	2	2	-	х
3	Выбор основного электрооборудования электрических сетей.	10	6,9	4	2	2	2	х
4	Конструкции и схемы распределительных устройств распределенной генерации.	10	6,9	4	2	2	2	х
5	Понижающие подстанции электрических сетей 35-220 кВ.	10	6,9	4	2	2	2	х
6	Выбор схем понижающих подстанций 35-220/6-10 кВ	8	5,6	4	2	2	-	

7	Расчеты и выбор основного электрооборудования подстанций	8	5,6	4	2	2	-	x
8	Современные конструкции распределительных устройств подстанций. Новая серия выключателей. Комплектные распредустройства с элегазом	10	6,9	4	2	2	2	x
9	Режимы работы электрооборудования подстанций и обеспечение нормативного качества напряжения для потребителей	8	5,6	4	2	2	-	x
	Самостоятельное изучение материала	12	8,4	0	0	0	12	
	Курсовая работа	33	22,9	0	0	0	33	x
	Контроль	27	18,8	0	0	0	0	27
	Итого за 5-й семестр	144	100%	32	16	16	53	27
6-й семестр								
10	Электрические сети питающих электросистем	6	2,9	2	4	-	-	x
11	Выбор конструктивного исполнения и номинальных параметров воздушных и кабельных линий электропередачи на основе технико-экономических критериев и с учетом необходимого комплекса ограничений	12	5,5	2	4	4	2	x
12	Выбор схем электрических сетей на основе технико-экономического анализа и с учетом обоснованной надежности электроснабжения потребителей	14	6,5	4	4	4	2	x
13	Методы снижения потерь электроэнергии в электрических сетях 35-220 кВ	16	7,4	4	6	4	2	x

14	Расчеты параметров основных нормальных и послеаварийных режимов электросетей	14	6,5	4	6	4	-	x
15	Баланс активной и реактивной мощностей в питающих электрических системах	16	7,4	4	6	4	2	
16	Выбор мощности и размещение компенсирующих устройств в электроустановках	16	7,4	4	6	4	2	x
17	Основы регулирования частоты	16	7,4	4	6	4	2	x
18	Методы и средства регулирования напряжения, в том числе РПН и ПБВ	16	7,4	4	6	4	2	x
	Самостоятельное изучение материала	54	25	0	0	0	54	x
	Контроль	36	16,6	0	0	0	0	36
	Итого за 6-й семестр	216	100%	32	48	32	68	36
	Всего за 5-й и 6-й семестры	360		64	64	48	121	63

4. Структура и содержание программы

4.1 Содержание дисциплины

Введение

Общие сведения об электроэнергетических системах и сетях

Теплофикационные электроцентралы (ТЭЦ) - 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 короткозамкатель. Батареи статических конденсаторов. Токоограничивающие и шунтирующие реакторы. Комплектные трансформаторные подстанции из блоков

заводского изготовления (КТПБ, СКТП). Измерительные трансформаторы. Трансформаторы тока. Трансформаторы напряжения. 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. Компонировка 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 распределительные устройства 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 нею. 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

№ п/п	Наименование лекций	Количество часов
5-й семестр		
1	Основные сведения об электропитающих системах Теплофикационные электроцентралы (ТЭЦ) - источники питания систем электроснабжения..	2
2	Формирование схем электрических соединений ТЭЦ 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.	2
3	Выбор основного электрооборудования 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	Конструкции и схемы распределительных устройств ТЭЦ 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.	4
5	Режимы ТЭЦ	4

	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.	
6	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 станций и подстанций.	4
7	Выбор схем понижающих подстанций 35-220/6-20 кВ 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.	4
8	Методы снижения потерь электроэнергии в электрических сетях 35-220 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 энергохозяйств.	4
9	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 Выбор предельной мощности отключения и других параметров выключателей. Некоторые меры ограничения мощности короткого	4

	<p>замыкания.</p> <p>Режим заземления нейтрали автотрансформаторов. Контроль нагрузки трансформаторов и поддержание экономических режимов их работы. Регулирование напряжения трансформаторов. Выбор ответвлений трансформаторов из условий допустимого отклонения напряжения у потребителей. Реактивная мощность и регулирование напряжения. Токи короткого замыкания. Компенсация емкостных токов в сетях с изолированной нейтралью.</p>	
	Итого за 5-й семестр	32
	6-й семестр	
10	<p>Электрические сети питающих энергосистем</p> <p>Некоторые конструктивные данные, необходимые при выборе схемы электрических сетей. Содержание проектов развития электрических сетей.</p>	2
11	<p>Выбор конструктивного исполнения и номинальных параметров воздушных и кабельных линий электропередачи на основе технико-экономических критериев и с учетом необходимого комплекса ограничений</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>	2
12	<p>Выбор схем электрических сетей на основе технико-экономического анализа и с учетом обоснованной надежности электроснабжения потребителей</p> <p>Расчет линий электропередачи большой протяженности. Задачи и методы проектирования энергосистем и электрических сетей. Технико-экономическое сравнение вариантов сети. Выбор варианта сети с учетом надежности. Расчет линий с двухсторонним питанием. Частные случаи расчета сетей с двухсторонним 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</p>	4
13	<p>Методы снижения потерь электроэнергии в электрических сетях 35-220 кВ</p> <p>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</p>	4

	трансформаторов. Рационализация энергохозяйств.	
14	<p>Расчеты параметров основных нормальных и послеаварийных режимов электросетей</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>Режимы питающих электрических систем и управление качеством электроэнергии</p> <p>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.</p>	4
16	<p>Баланс активной и реактивной мощностей в питающих электроэнергетических системах</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
17	<p>Выбор мощности и размещение компенсирующих устройств</p> <p>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.</p>	4
18	<p>Основы регулирования частоты</p> <p>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.</p>	2
19	<p>Методы и средства регулирования напряжения</p> <p>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.</p>	2

	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.	
	Итого по 6-му семестру	32
	Всего за 5-й и 6-й семестры	64

4.3 Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование практических занятий	Количество часов
5-й семестр		
1	Выбор основного электрооборудования	4
2	Типовые конструкции открытых и закрытых распределительных устройств. Размещение распределительных устройств.	4
3	Схемы замещения для расчетов установившегося режима. Режимы потребления электроэнергии и графики электрических нагрузок. Потокораспределение и напряжения в узлах замкнутой сети. Потери напряжения и мощности..	4
4	Годовые потери электроэнергии. Участие электростанций различного типа в покрытии суммарной нагрузки. Распределение активной нагрузки. Распределение активной нагрузки между электростанциями или отдельными генераторами	4
	. Итого по 5-му семестру	16
6-й семестр		
5	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).	2
6	Электропитание по схемам глубоких вводов. Подстанции глубоких вводов, их особенности, структура, схемы и режимы работы. Компоновка электрических станций и подстанций	6
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.	4
8	Повышение уровня напряжения путем применения устройств регулирования напряжения. Регулирование активных и реактивных мощностей в отдельных звеньях сети.	4
9	Выбор ответвлений трансформаторов из условий допускаемого	4

	отклонения напряжения у потребителей. Реактивная мощность и регулирование напряжения.	
10	Некоторые конструктивные данные, необходимые при выборе схемы электрических сетей. Содержание проектов развития электрических сетей.	4
11	Схемы замещения линий электропередачи. Активная проводимость линий электропередачи. Реактивная проводимость и зарядная мощность линий электропередачи. Схемы замещения линий электропередачи с учетом трансформаторов. Расчет линий электропередачи по схеме замещения с учетом трансформаторов.	4
12	Технико-экономическое сравнение вариантов сети. Выбор варианта сети с учетом надежности. Расчет линий с двухсторонним питанием.	4
13	Повышение уровня напряжения путем применения устройств регулирования напряжения. Регулирование активных и реактивных мощностей в отдельных звеньях сети.	4
14	Расчет линий электропередачи по П-образной схеме замещения с нагрузкой, выраженной мощностью.	2
15	Уменьшение потерь мощности в распределительных сетях и системах электроснабжения.	4
16	Участие электростанций в покрытии суточного графика нагрузки. Расход электроэнергии на собственные нужды электростанций. Максимальные электрические нагрузки отдельных групп потребителей.	2
17	Расстановка компенсирующих устройств. Применение системного подхода к оптимизации при компенсации реактивной мощности.	2
18	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.	2
	Итого за 6-й семестр	48
	Всего за 5-й и 6-й семестры	64

4.4. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование лабораторных занятий	Количество часов
	5-й семестр	
1	Исследование конструкции комплектной трансформаторной подстанции СКТП-35 напряжением 35/10 кВ	2
2	Исследование конструкции трансформаторного пункта напряжением 10/0,4 кВ	2
3	Исследование предохранителей и автоматических выключателей	2
4	Исследование выключателей нагрузки	2
5	Исследование маломасляных и вакуумных выключателей	2
6	Изучение вариантов схем и исследование работы устройства автоматического включения резерва (АВР)	2
7	Исследование измерительных трансформаторов тока	2
8	Исследование измерительных трансформаторов напряжения.	1

9	Исследование соединений трансформаторов тока	1
Итого за 5-й семестр		16
6-й семестр		
10	Исследование работы ЛЭП при индуктивной нагрузке	2
11	Исследование работы ЛЭП при емкостной нагрузке	2
12	Исследование работы ЛЭП при смешанной нагрузке	2
13	Исследование средств регулирования напряжения в трансформаторах	2
14	Исследование компенсации реактивной мощности	2
15	Исследование линий с двухсторонним питанием	2
16	Исследование конструктивных элементов воздушных линий (ВЛ)	2
17	Исследование конструктивных элементов линий с самонесущими изолированными проводами (СИП)	2
18	Исследование конструктивных элементов кабельных линий (КЛ)	2
19	Исследование трансформатора тока нулевой последовательности	2
20	Исследование работы реле РТВ и РТМ	2
21	Исследование работы реле РТ-40 и РТ-80	2
22	Исследование замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью	2
23	Моделирование симметричных аварийных режимов в электрических сетях	2
24	Исследование распределения токов в фазах при коротких замыканиях	2
25	Исследование разрядников и ограничителей перенапряжений нелинейных (ОПН).	2
26	Измерение сопротивления заземляющего устройства	2
27	Определение зоны защиты молниеприемника	2
Итого за 6-й семестр		32
Всего за 5-й и 6-й семестры		48

4.5 Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся

4.5.1. Виды самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы обучающихся	Количество часов
Подготовка к практическим занятиям	18
Подготовка к лабораторным занятиям и к защите лабораторных работ	18
Самостоятельное изучение материала	52
Выполнение курсовой работы	33
Итого	121

4.5.2. Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Наименование изучаемых тем или вопросов	Количество часов
5-й семестр		
1	Теплофикационные электроцентралы (ТЭЦ) - источники питания систем электроснабжения (г. Челябинска).	2
2	Технико-экономические расчеты при проектировании электрических сетей (бизнес- планирование в энергетике)	2
3	Использование устройств малой генерации (Когенерационные установки). Преимущества и недостатки (сотовой) генерации.	2
4	Схемы замещения для расчетов установившегося режима.	3
5	Подстанции глубоких вводов, их особенности, структура, схемы и режимы работы.	3
	Подготовка к практическим занятиям	9
	Подготовка и защита лабораторных работ	9
	Выполнение курсовой работы	33
	Итого за 5-й семестр	53
6-й семестр		
6	Схемы внешнего электроснабжения электрифицируемых железных дорог.	2
7	Рационализация энергохозяйств по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях 35-220 кВ	2
8	Компенсация емкостных токов в сетях с изолированной нейтралью.	2
9	Расчет линий электропередачи по схеме замещения с учетом трансформаторов. Расчет сетей со стальными проводами.	2
10	Зависимость напряжения и передаваемой мощности от длины линии. Повышение пропускной способности линии. Вероятность перерывов электроснабжения и надежность элементов электросети. Учет фактора надежности электроснабжения	2
11	Совместный расчет электрических сетей с линиями нескольких номинальных напряжений	2
12	Регулирование активных и реактивных мощностей в отдельных звеньях сети.	2
13	Совместный расчет электрических сетей с линиями нескольких номинальных напряжений.	2
14	Выработка реактивной мощности на электростанциях. Резервы мощности	4
15	Расстановка компенсирующих устройств. Применение оптимизации при компенсации реактивной мощности.	4
16	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.	4
17	Регулирование напряжения изменением потоков реактивной мощности. Сравнение способов регулирования напряжения.	4
	Подготовка к практическим занятиям	18
	Подготовка и защита лабораторных работ	18
	Итого за 6-й семестр	68
Всего за 5-й и 6-й семестры		121

4.6. Примерная тематика курсовой работы

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

Курсовая работа состоит из расчетной и графической частей.

Содержание расчетной части курсовой работы

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

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

Содержание графической части курсовой работы

Рекомендуемое содержание графической части курсовой работы:

расчетная исходная схема сети;
эквивалентная схема замещения районной сети с нанесением параметров схемы и параметров режимов;
схема замещения распределительной сети с нанесением параметров схемы и параметров режимов;
промежуточные схемы замещения сети;
диаграммы отклонения напряжения в нормальном и послеаварийном режимах;
опоры ВЛ 10 кВ, изоляторы и линейная арматура ВЛ 10 кВ;
конструкция проводов и тросов ВЛ 10 кВ;
грозозащитные устройства ВЛ 10 кВ;
элементы автоматизации сельских электрических сетей 10 кВ (АПВ, АВР и др.);
устройство и принципиальные схемы РПН.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

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

Учебно-методические разработки имеются на кафедре ЭССХ, 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. : ил., табл. — С прил. — Библиогр.: с. 72-73 (14 назв.) .— 0,8 МВ .— ISBN 978-5-88156-746-0 .— Доступ из локальной сети .— Доступ из сети Интернет: <http://188.43.29.221:8080/webdocs/peesh/21.pdf>

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

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

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся

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

7. Основная и дополнительная литература, необходимая для освоения дисциплины

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

Основная литература

1. Ильин Ю. П. Электроснабжение сельского хозяйства (сетевая часть) [Текст]: учебное пособие / Ю. П. Ильин, С. К. Шерьязов; ЧГАА - Челябинск: ЧГАА, 2011 - 175 с.

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

3. Кобелев, А.В. Режимы работы электроэнергетических систем : учебное пособие / А.В. Кобелев ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - 81 с. : ил., схем. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-8265-1411-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444929>

Дополнительная литература

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

2. Неклепаев Б. Н. Электрическая часть электростанций и подстанций [Текст]: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учебное пособие для вузов - М.: Энергоатомиздат, 1989 - 608с.

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

4. Веников, В.А. Режимы работы электрических систем и сетей / В.А. Веников, Л.А. Жуков, Г.Е. Поспелов ; под ред. С.М. Оводовой ; худож. В.З. Казакевич. - М. : Высшая школа, 1975. - 343 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447957> (20.07.2017).

Периодические издания:

1. «Промышленная энергетика»
2. «Новости ЭлектроТехники»

3. «АПК России».

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

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

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Учебно-методические разработки имеются 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. : ил., табл. — С прил. — Библиогр.: с. 72-73 (14 назв.) .— 0,8 МВ .— ISBN 978-5-88156-746-0 .— Доступ из локальной сети .— Доступ из сети Интернет: <http://188.43.29.221:8080/webdocs/peesh/21.pdf>

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

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

- КонсультантПлюс (справочные правовые системы);
- Техэксперт (информационно-справочная система ГОСТов);
- «Сельхозтехника» (автоматизированная справочная система).

Программное обеспечение: Kompas, AutoCad, MathCad, и так далее. Программное обеспечение должно быть лицензионным.

В учебном процессе используются:

1. Интерактивная доска с прилагаемым компьютером для демонстрации учебных фильмов, иллюстраций, плакатов, презентаций и т.д.
2. Комплект электронных иллюстраций к курсу.
3. Учебные стенды.

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

Перечень учебных лабораторий кафедры ЭАТП:

1. Ауд. 105э – Лаборатория релейной защиты
2. Ауд. 108э – Лаборатория инновационных технологий
3. Ауд. 115э – Лаборатория электрооборудования
4. Ауд. 109э – Компьютерный класс.

Лабораторные стенды:

1. Специализированный стенд для исследования конструкции подстанции 35/10 кВ (СКТП-35).
2. Стенд для исследования маломасляного высоковольтного выключателя.
3. Стенд для исследования высоковольтного вакуумного выключателя.
4. Стенд для исследования замыкания фазы на землю в сетях с изолированной нейтралью.
5. Стенд для исследования работы реле РТ40 и РТ80.
6. Стенд для исследования схем соединения трансформаторов тока.
7. Стенд для исследования работы автоматического включения резерва (АВР).
8. Стенд для исследования работы реле РТМ и РТВ.
9. Стенд для исследования работы плавких предохранителей.
10. Стенд для исследования работы автоматических воздушных выключателей.

12. Инновационные формы образовательные технологии

Вид Формы	Лекции	ЛЗ	ПЗ/СЗ
Компьютерные симуляции	-	+	-
Анализ конкретных ситуаций	+	-	+
Конференции	-	-	+

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

по дисциплине **Б1.В.13«Электроэнергетические системы и сети»**

Направление подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профиль – **Электроснабжение**

Уровень высшего образования – **бакалавриат (академический)**

Квалификация – **бакалавр**

Форма обучения – **очная**

Челябинск

2017

СОДЕРЖАНИЕ

1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП....	26
2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций...	26
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.....	29
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций	29
4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости.....	29
4.1.1. Устный ответ на практическом занятии.....	29
4.1.2. Отчет по лабораторной работе.....	30
4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации	31
4.2.1. Курсовая работа	31
4.2.2. Экзамен.....	32

1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП

Компетенции по данной дисциплине формируются на продвинутом этапе

Контролируемые Результаты освоения ОПОП (компетенции)	Контролируемые результаты обучения по дисциплине		
	знания	умения	навыки
ПК-3 Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно- технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективны е и экологические требования	Обучающийся должен знать: технологии проектирования электроэнергетически х систем в соответствии с техническим заданием и нормативно- технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (Б1.В.13-31)	Обучающийся должен уметь: принимать участие в проектировании электроэнергетически х систем в соответствии с техническим заданием и нормативно- технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (Б1.В.13-У1)	Обучающийся должен владеть: навыками участия в проектировании электроэнергетически х систем в соответствии с техническим заданием и нормативно- технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (Б1.В.13-Н1)
ПК-4 Способность проводить обоснование проектных решений	Обучающийся должен знать: основные методы обоснования проектных решений при проектировании электроэнергетически х систем на основе инженерных расчетов и нормативно- технической документации (Б1.В.13-32)	Обучающийся должен уметь: обосновывать проектные решения при проектировании электроэнергетически х систем на основе инженерных расчетов и нормативно- технической документации (Б1.В.13-У2)	Обучающийся должен владеть: навыками обоснования проектных решений при проектировании электроэнергетически х систем на основе инженерных расчетов и нормативно- технической документации (Б1.В.13-Н2)

2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций

Показатели оценивания (ЗУН)	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Б1.В.13-31	Обучающийся не знает технологии проектирования	Обучающийся слабо знает технологии проектирования	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает

	электроэнергетических систем в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	электроэнергетических систем в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	пробелами знает технологию проектирования электроэнергетических систем в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	технологию проектирования электроэнергетических систем в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования
Б1.В.13-У1	Обучающийся не умеет принимать участие в проектировании электроэнергетических систем в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Обучающийся слабо умеет принимать участие в проектировании электроэнергетических систем в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Обучающийся умеет с незначительными ошибками принимать участие в проектировании электроэнергетических систем в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Обучающийся умеет принимать участие в проектировании электроэнергетических систем в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования
Б1.В.13-Н1	Обучающийся не владеет навыками участия в проектировании электроэнергетических систем в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая	Обучающийся слабо владеет навыками участия в проектировании электроэнергетических систем в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками участия в проектировании электроэнергетических систем в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией,	Обучающийся свободно владеет навыками участия в проектировании электроэнергетических систем в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные

	различные технические, энергоэффективные и экологические требования	технические, энергоэффективные и экологические требования	соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	технические, энергоэффективные и экологические требования
Б1.В.13-32	Обучающийся не знает основные методы обоснования проектных решений при проектировании электроэнергетических систем на основе инженерных расчетов и нормативно-технической документации	Обучающийся слабо знает основные методы обоснования проектных решений при проектировании электроэнергетических систем на основе инженерных расчетов и нормативно-технической документации	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает основные методы обоснования проектных решений при проектировании электроэнергетических систем на основе инженерных расчетов и нормативно-технической документации	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает основные методы обоснования проектных решений при проектировании электроэнергетических систем на основе инженерных расчетов и нормативно-технической документации
Б1.В.13-У2	Обучающийся не умеет обосновывать проектные решения при проектировании электроэнергетических систем на основе инженерных расчетов и нормативно-технической документации	Обучающийся слабо умеет обосновывать проектные решения при проектировании электроэнергетических систем на основе инженерных расчетов и нормативно-технической документации	Обучающийся умеет с незначительными ошибками обосновывать проектные решения при проектировании электроэнергетических систем на основе инженерных расчетов и нормативно-технической документации	Обучающийся умеет обосновывать проектные решения при проектировании электроэнергетических систем на основе инженерных расчетов и нормативно-технической документации
Б1.В.13-Н2	Обучающийся не владеет навыками обоснования проектных решений при проектировании электроэнергетических систем на основе	Обучающийся слабо владеет навыками обоснования проектных решений при проектировании электроэнергетических систем на основе	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками обоснования проектных решений при проектировании электроэнергетических систем на основе	Обучающийся свободно владеет навыками обоснования проектных решений при проектировании электроэнергетических систем на основе

инженерных расчетов и нормативно-технической документации	инженерных расчетов и нормативно-технической документации	основе инженерных расчетов и нормативно-технической документации	инженерных расчетов и нормативно-технической документации
---	---	--	---

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

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

1. 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. : ил., табл. — С прил. — Библиогр.: с. 72-73 (14 назв.) .— 0,8 МВ .— ISBN 978-5-88156-746-0 .— Доступ из локальной сети .— Доступ из сети Интернет: <http://188.43.29.221:8080/webdocs/peesh/21.pdf>

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

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

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

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

Шкала	Критерии оценивания
Оценка 5 (отлично)	- обучающийся полно усвоил учебный материал; - показывает знание основных понятий темы, грамотно пользуется терминологией; - проявляет умение анализировать и обобщать информацию, навыки связного описания явлений и процессов;

	<ul style="list-style-type: none"> - демонстрирует умение излагать учебный материал в определенной логической последовательности; - показывает умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами; - демонстрирует сформированность и устойчивость знаний, умений и навыков; - могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.
Оценка 4 (хорошо)	<p>ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание ответа; - в изложении материала допущены незначительные неточности.
Оценка 3 (удовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> - неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; - имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании 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)	<ul style="list-style-type: none"> - не раскрыто основное содержание учебного материала; - обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; - допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании явлений и процессов, решении задач, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; - не сформированы компетенции, отсутствуют соответствующие знания, умения и навыки.

4.1.2. Отчет по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе используется для оценки качества освоения обучающимся образовательной программы по отдельным темам дисциплины. Содержание отчета и критерии оценки ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после сдачи отчета. Отчет оценивается оценкой «зачтено», «не зачтено».

Шкала	Критерии оценивания
Оценка «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - изложение материала логично, грамотно; - свободное владение терминологией; - умение высказывать и обосновать свои суждения при ответе на контрольные вопросы; - умение описывать физические законы, явления и процессы; - умение проводить и оценивать результаты измерений; - способность решать инженерные задачи (допускается наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержание вопроса или погрешность не принципиального характера в ответе на вопросы).
Оценка «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - отсутствие необходимых теоретических знаний; допущены

	<p>ошибки в определении понятий и описании физических законов, явлений и процессов, искажен их смысл, не решены инженерные задачи, не правильно оцениваются результаты измерений; - незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении.</p>
--	---

4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

4.2.1. Курсовая работа

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Обучающиеся имеют право на передачу неудовлетворительных результатов защиты курсовой работы.

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

Шкала и критерии оценивания защиты курсовой работы представлены в таблице.

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

	обучающийся демонстрирует слабое понимание представленного материала, затрудняется с ответами на поставленные вопросы, допускает существенные ошибки.
--	---

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 работе или декана факультета не допускается.

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

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

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

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

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

При проведении устного экзамена в аудитории не должно находиться более (указывается количество 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 и зачетную книжку проводится в присутствии самого обучающегося. Преподаватели несут персональную ответственность за своевременность и точность внесения записей о результатах промежуточной аттестации в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетные книжки.

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

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

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

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

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

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка 5 (отлично)	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся полно усвоил учебный материал; - показывает знание основных понятий дисциплины, грамотно пользуется терминологией; - проявляет умение анализировать и обобщать информацию, навыки связного описания явлений и процессов; - демонстрирует умение излагать материал в определенной логической последовательности; - показывает умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами; - демонстрирует сформированность и устойчивость знаний, умений и навыков; - могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.
Оценка 4 (хорошо)	<ul style="list-style-type: none"> - ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков: - в усвоении учебного материала допущены пробелы, не исказившие

	содержание ответа; - в изложении материала допущены незначительные неточности.
Оценка 3 (удовлетворительно)	- знание основного программного материала в минимальном объеме, погрешности непринципиального характера в ответе на экзамене: неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопросов; - 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)	- пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы; - обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; - допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании явлений и процессов, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; - не сформированы компетенции, отсутствуют соответствующие знания, умения и навыки.

Вопросы к экзамену

5 семестр

1. Обзор и перспективы развития электрических сетей и систем.
2. Развитие энергосистем России. Общая характеристика электрических сетей и систем.
3. Краткий исторический обзор развития электрических систем в России и в мире.
4. Структура и основные элементы электрической системы.
5. Электрические сети и их классификация.
6. Номинальное напряжение электрических сетей.
7. Нормативные материалы по электрическим системам и сетям.
8. Общая характеристика ВЛ.
9. Условия работы ВЛ.
10. Опоры ВЛ.
11. Провода ВЛ.
12. Изоляция ВЛ.
13. Арматура ВЛ.
14. Компактные линии электропередачи.
15. ВЛИ и внутренние линии электрических сетей.
16. Кабельные линии.
17. Исходные положения и задачи расчета механической части ВЛ электропередачи.
18. Климатические условия и их нормирование.
19. Определение удельных нагрузок на провода и тросы.
20. Основные уравнения, характеризующие состояние провода в пролете.
21. Тепловые электрические станции (ТЭЦ, КЭС), их особенности.
22. Гидроэлектростанции (ГЭС) и гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС). Особенности, достоинства, недостатки.
23. Атомные электростанции (особенности, достоинства, недостатки).
24. Газотурбинные установки. Дизельные электростанции (особенности, достоинства, недостатки).

25. Ветроэлектростанции, солнечные электростанции, геотермальные и приливные электростанции (особенности, достоинства, недостатки).
26. Преимущества создания объединенных энергосистем.
27. Пути снижения потерь электроэнергии и ее рационального использования.
28. Автоматизация электрических сетей. Сетевое и местное резервирование.
29. Организационные и технические мероприятия повышения надежности электрических сетей.
30. Определение допустимого снижения напряжения на запускаемом электродвигателе.
31. Порядок проверки успешного запуска крупного асинхронного электродвигателя.
32. Определение допустимого снижения напряжения на рядом работающем электродвигателе при пуске рассматриваемого.
33. Схемы замещения линий электрических сетей.
34. Понятие о режимах электрических сетей и систем.
35. Сопротивления ВЛ и КЛ с жилами из цветного металла.
36. Проводимости ВЛ и КЛ с жилами из цветного металла.
37. Сопротивления и проводимости двухобмоточного понизительного трансформатора.
38. Сопротивления и проводимости трехобмоточного понизительного трансформатора.
39. Время использования максимальной нагрузки. Время максимальных потерь.
40. Потери мощности и энергии в линиях электрических сетей.
41. Потери мощности и энергии в трансформаторах.
42. Расчетные нагрузки сетей и расчетные мощности станций.
43. Влияние коэффициента мощности на величину потерь энергии в линии.
44. Векторная диаграмма токов и напряжений в линии.
45. Потеря и падение напряжения.
46. Основные технико-экономические показатели электрических сетей и энергетических объектов.
47. Сравнение вариантов технико-экономических расчетов по сроку окупаемости и приведенным затратам.
48. Выбор сечения проводов и кабелей по экономической плотности тока.
49. Порядок расчета $F_{\text{ЭК}}$ проводов и кабелей в сетях 3^x фазного переменного тока по $j_{\text{ЭК}}$.
50. Выбор сечения проводов методом экономических интервалов нагрузок.
51. Выбор сечения проводов и кабелей по условиям нагрева.
52. Расчет нагрева проводов и кабелей при продолжительных нагрузках.
53. Защита электрических сетей плавкими предохранителями и автоматическими выключателями.
54. Расчет проводов и кабелей по допустимой потере напряжения при условии постоянства сечений вдоль магистрали.
55. Расчет проводов и кабелей по допустимой потере напряжения при условии минимального расхода проводникового материала.
56. Расчет проводов и кабелей по допустимой потере напряжения при условии постоянства плотности тока.
57. Расчет разветвленных сетей по $\Delta U_{\text{доп}}$.
58. Методика выбора сечений проводов и кабелей в замкнутых сетях с 2-х сторонним питанием.
59. Зависимость технико-экономических показателей работы электроприемников и электрических систем от рабочих напряжений.
60. Отклонение напряжения в электрических сетях, причины их образования и возможные пределы изменений. Действующие нормы допустимых отклонений напряжения.
61. Определение $\Delta U_{\text{доп}}$ в сети 10 кВ и 0,38 кВ по таблицам отклонения U.
62. Регулирование напряжения в электрических сетях путем изменения U генераторов на электростанциях.
63. Регулирование U изменением коэффициента трансформации трансформаторов.

64. Регулирование U при помощи вольтодобавочных трансформаторов и автотрансформаторов.
65. Регулирование U уменьшением индуктивного сопротивления ВЛ путем последовательного включения конденсаторов.
66. Регулирование U в сетях изменением параметров сети и величины реактивной мощности в них.

Вопросы к экзамену 6-й семестр

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 распределительных сетей 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 в электрических системах.
12. Влияние реактивной мощности на технико-экономические показатели.
13. Мероприятия и устройства для снижения потребления реактивной мощности.
14. Синхронные компенсаторы (свойства, параметры, принципиальные схемы включения).
15. Конденсаторные установки для компенсации реактивной мощности (свойства, параметры, принципиальные схемы включения).
16. Напряжения, принимаемые для ЛЭП. Особенности расчета ЛЭП высокого напряжения.
17. Расчет линии электропередачи по П-образной схеме замещения с нагрузкой, выраженной током.
18. Расчет линии электропередачи по П-образной схеме замещения ($G=0$) с нагрузкой, выраженной мощностью (по данным конца звена).
19. Расчет линии электропередачи по П-образной схеме замещения ($G=0$) с нагрузкой, выраженной мощностью (по заданному напряжению в начале линии и заданной мощности в конце линии).
20. Анализ режимов работы сетей и управления режимами. Расчет замкнутых сетей.
21. Общий случай расчета сети с двухсторонним питанием.
22. Расчет сетей с двухсторонним питанием при одинаковом напряжении на питающих пунктах.
23. Частные случаи расчета сетей с двухсторонним питанием.
24. Расчет замкнутых сетей (при нормальной работе) с неравномерной нагрузкой линий по длине.
25. Режимы нейтрали электрических сетей различных напряжений. Сети с глухозаземленной нейтралью.
26. Принцип компенсации емкостного тока в сетях с изолированной нейтралью.
27. Применимость сложно-замкнутых сетей и методы их расчета.
28. Метод преобразования сети. Сложение параллельных линий при отсутствии на них нагрузок и разложение нагрузок по ветвям исходной схемы.

29. Перенос нагрузок в другие точки сети и возврат нагрузок при преобразовании схемы в исходную.
30. Преобразование треугольника в эквивалентную звезду и определение токораспределения в сторонах треугольника. Преобразование звезды сопротивлений в эквивалентный треугольник.
31. Расчет сложноразветвленной сети с одним питающим пунктом методом контурных мощностей (токов).
32. Расчет сложноразветвленной сети с одним питающим пунктом методом узловых напряжений.
33. Особенности расчета сложноразветвленной сети при нескольких питающих пунктах. Методы Зейделя и Ньютона.
34. Метод наложения. Отключение линии и изменение электрической нагрузки.
35. Особенности расчетов нормальных режимов сложноразветвленных сетей на ЭВМ. Метод простой итерации.
36. Использование матриц и основных законов матричной алгебры для анализа электрических сетей.
37. Матрицы инцидентности (узловая – M , контурная – N).
38. Законы Кирхгофа в матричной форме.
39. Матрицы узловых проводимостей.
40. Матрицы контурных сопротивлений.
41. Матрицы коэффициентов распределения.
42. Влияние напряжения на работу элементов электрической системы. Особенности регулирования напряжения в условиях избытка и дефицита реактивной мощности.
43. Задачи и критерии оптимизации режимов работы электрических сетей и систем.
44. Оптимизация распределения активной нагрузки системы между электростанциями.
45. Принудительное распределение мощностей в замкнутых сетях.
46. Оптимизация распределения реактивных нагрузок между источниками реактивной мощности.
47. Совместная оптимизация режима питающей сети по напряжению, реактивной мощности источников и коэффициентам трансформации.
48. Основные пути электросбережения.
49. Пути снижения потерь мощности и электроэнергии в электрических сетях.
50. Технологические особенности электрических систем.
51. Количественная оценка преимуществ объединения энергосистем.
52. Технологические особенности электрических систем.
53. Системные эксплуатационные свойства электрических станций.
54. Накопители энергии и их воздействие на эксплуатационные свойства электрической системы.
55. Эксплуатационные свойства трансформаторов.
56. Эксплуатационные свойства линий электропередачи.
57. Экологические аспекты электрических систем.
58. Принципы системного и местного регулирования напряжения.
59. Потери мощности и электроэнергии в линиях, трансформаторах и компенсирующих устройствах.
60. Методы определения потерь электроэнергии в электрических сетях.

