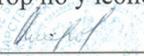


**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

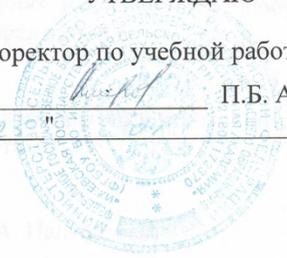
Пер. № _____

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

 П.Б. Акмаров

" 23 " _____ 20 18 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Электроснабжение

Направление подготовки «Агроинженерия»

Направленность (профиль) «Электроснабжение»

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная, заочная

Ижевск 2018

СОДЕРЖАНИЕ

1	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	3
2	МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП.....	4
3	КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ.....	5
4	СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ».....	7
5	ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	16
6	ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТО- ГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.....	17
7	УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	23
8	МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	25
9	СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (заочное отделение).....	26

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель – формирование у студентов системы компетенций для решения профессиональных задач исследования, проектирования и эксплуатации установок сельского электроснабжения.

Задачи:

- изучить схемы и устройство наружных и внутренних электрических сетей, аппаратуры, высоковольтного и низковольтного оборудования подстанций и сельских электростанций;
- освоить инженерные методы расчета электрических нагрузок сельскохозяйственных потребителей, рабочих и аварийных режимов сельских электрических сетей;
- знать устройство и принцип действия, владеть инженерными методами расчета и выбора релейной защиты и автоматики систем сельского электроснабжения;
- приобрести навыки проектирования и исследования установок сельского электроснабжения, оценки качества, надежности и технико-экономической эффективности систем сельского электроснабжения.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть основными требованиями, характеризующими профессиональную деятельность бакалавров.

Область профессиональной деятельности бакалавров включает эффективное использование и сервисное обслуживание средств электрификации и автоматизации технологических процессов при производстве, хранении и переработке продукции растениеводства и животноводства; разработку технических средств для технологической модернизации сельскохозяйственного производства.

Объектами профессиональной деятельности бакалавров являются:

машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства, технологии и средства производства сельскохозяйственной техники, технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования, методы и средства испытания машин, машины, установки, аппараты, приборы и оборудование для хранения и первичной переработки продукции растениеводства и животноводства, а также технологии и технические средства перерабатывающих цехов и предприятий; электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельского хозяйственного и бытового назначения;

энергосберегающие технологии и системы электро-, тепло-, водоснабжения сельскохозяйственных потребителей.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Электроснабжение» входит в вариативную часть Б1.В профессионального цикла учебного плана подготовки бакалавров по направлению 35.03.06 «Агроинженерия», профиль «Электрооборудование». Организация изучения дисциплины предусматривает чтение лекций, проведение практических и лабораторных занятий, самостоятельную работу студентов по темам дисциплины, курсовое проектирование.

Для изучения дисциплины «Электроснабжение» необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

Знания: понятия об электрических цепях, аппаратах и оборудовании; основных законах электротехники; моделях и схемах включения электрооборудования.

Умения: определять основные параметры электрооборудования; выбирать способы, методы и приемы решения электротехнических задач.

Навыки: отыскивать причины явлений в электротехнике; классифицировать и систематизировать объекты электротехники.

Содержательно-логические связи дисциплины отражены в таблице 2.1

2.1 Содержательно-логические связи дисциплины (модуля) Электроснабжение

Код дисциплины (модуля)	Содержательно-логические связи	
	коды и название учебных дисциплин (модулей), практик	
	на которые опирается содержание данной учебной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной учебной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.В.12	Б1.Б.10 Математика Б1.Б.11 Физика Б1.Б.12 Химия Б1.Б.18 Безопасность жизнедеятельности Б1.Б.20 Автоматика Б1.В.04 Прикладная механика Б1.В.06 Теоретические основы электротехники Б1.В.07 Электроника Б1.В.08 Электрические машины Б1.В.14 Монтаж электрооборудования и средств автоматизации	Б1.В.ДВ.05.01 Проектирование систем электроснабжения Б1.В.ДВ.05.02 Проектирование электрических сетей и систем Б3.Б.01(Г) Подготовка и сдача государственного экзамена Б3.Б.02(Д) Подготовка и защита ВКР

3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Номер/ /индекс компетен- ции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		Знать	Уметь	Владеть
ПК-8	готовность к профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок	основные методы расчета рабочих и аварийных режимов работы электрических сетей, базовые правила эксплуатации электрооборудования подстанций и сетей	применять методы расчета рабочих и аварийных режимов работы электрических сетей, качества продукции и электрооборудования	современными методами определения параметров рабочих и аварийных режимов работы электрических сетей и состояния электрооборудования

Согласно Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» (уровень бакалавриата) областью профессиональной деятельности выпускника включает эффективное использование и сервисное обслуживание средств электрификации и автоматизации технологических процессов при производстве, хранении и переработке продукции растениеводства и животноводства; разработку технических средств для технологической модернизации сельскохозяйственного производства.

Бакалавр должен быть готов к выполнению задач по следующим видам деятельности:

- монтаж, наладка и поддержание режимов работы электрифицированных и автоматизированных сельскохозяйственных технологических процессов, машин и установок, в том числе работающих непосредственно в контакте с биологическими объектами;
- техническое обслуживание, ремонт электрооборудования, энергетических сельскохозяйственных установок, средств автоматики и связи, контрольно измерительных приборов, микропроцессорных средств и вычислительной техники;
- эксплуатация систем электро-, тепло-, водоснабжения;
- организация работ по применению ресурсосберегающих машинных технологий для производства и первичной переработки сельскохозяйственной продукции;
- участие в проектировании технических средств, систем электрификации и автоматизации технологических процессов и объектов инфраструктуры

сельскохозяйственных предприятий;

- участие в стандартных и сертификационных испытаниях сельскохозяйственной техники, электрооборудования и средств автоматизации; участие в разработке новых машинных технологий и технических средств;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть основными требованиями, характеризующими профессиональную деятельность бакалавров.

Знать:

- основные законы преобразования электрической энергии;
- современные способы разработки оборудования и изделий из них с заданным уровнем эксплуатационных свойств;
- методы воздействия и обработки заготовок для изготовления деталей заданной формы и качества, их технологические особенности.

Уметь:

- оценивать и прогнозировать состояние материалов;
- выбирать рациональный способ получения заготовок, исходя из заданных эксплуатационных свойств;
- применять средства измерения для контроля качества продукции и технологических процессов;

Владеть:

- опытом выполнения эскизов и технических чертежей деталей и сборочных единиц машин;
- методикой выбора конструкционных материалов для изготовления элементов машин и механизмов;
- средствами и методами повышения безопасности и экологичности технических средств и технологических процессов.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов

Се- местр	Всего часов	Ауди- торных	Самост. работа	Лекций	Лабора- торных	Практи- ческих	Контроль
5	180	52	128	26	12	14	Курс. работа Зачет
6	108	54	27+27	28	12	14	Экзамен (27)
всего	288	106	155+27	54	24	28	

4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Семестр	Недели семестра	Раздел дисциплины (модуля), темы раз- дела	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)						Форма: -текущего контроля успеваемости, СРС (по неделям се- местра); -промежуточной ат- тестации (по семест- рам) КРС
				всего	лекция	практические занятия	лаб. занятия	семинары	СРС	
1	5		Модуль 1. Наружные и внут- ренние электриче- ские сети	22	4	2	2		14	
	5	1	1.1 Устройство наружных электри- ческих сетей	16	2	2			12	Контроль выпол- нения расчетного задания.
	5	2	1.2 Внутренние электропроводки	6	2		2		2	Экспресс-опрос на лекции
2	5		Модуль 2. Рабочие и аварийные режи- мы сельских элект- рических сетей	158	22	10	12		114	
	5	3	2.1 Электрические нагрузки потреби- телей	16	2		2		12	Контроль выпол- нения расчетного задания.
	5	4	2.2 Методы рас- чета электрических нагрузок	16	2	2			12	Контроль выпол- нения расчетного задания.
	5	5	2.3 Методы элект- рического расчета сетей по экономи- ческим показателям	16	2	2			12	Контроль выпол- нения расчетного задания.

	5	6	2.4 Методы электрического расчета сетей по потере напряжения	16	2	2		12	Контроль выполнения расчетного задания.
	5	7	2.5 Падение и потеря напряжения в сетях с равномерной и неравномерной нагрузкой фаз	7	2		2	3	Экспресс-опрос на лекции
	5	8	2.6 Электрический расчет замкнутых сетей	7	2		2	3	Экспресс-опрос на лекции
	5	9	2.7 Регулирование напряжения в сельских электрических сетях	16	2	2		12	Контроль выполнения расчетного задания.
	5	10	2.8 Механический расчет ВЛ	16	2		2	12	Экспресс-опрос на лекции
	5	11	2.9 Токи короткого замыкания в электрических сетях	16	2		2	12	Контроль выполнения расчетного задания.
	5	12	2.10 Методы расчета токов короткого замыкания	16	2	2		12	Контроль выполнения расчетного задания.
	5	13	2.11 Перенапряжения и защита от них	16	2		2	12	Защита курсовой работы
			Промежуточная аттестация						Зачет
5 семестр		14		180	26	14	12	128	Зачет
3	6		Модуль 3. Аппараты и оборудование систем сельского электроснабжения	24	8	4	4	8	
	6	1	3.1 Электрическая аппаратура в системах сельского электроснабжения	6	2		2	2	Контроль выполнения расчетного задания.
	6	2	3.2 Сельские трансформаторные подстанции	6	2	2		2	Экспресс-опрос на лекции
	6	3	3.3 Сельские электрические станции	6	2		2	2	Контроль выполнения расчетного задания.
	6	4	3.4 Резервные электростанции	6	2	2		2	Экспресс-опрос на лекции

4	6		Модуль 4. Релейная защита и автоматизация систем сельского электроснабжения	36	12	6	6		12	
	6	5	4.1 Назначение, характеристика и средства релейной защиты	6	2		2		2	Экспресс-опрос на лекции
	6	6	4.2 Схемы защит в системах сельского электроснабжения	6	2	2			2	Контроль выполнения расчетного задания.
	6	7	4.3 Автоматика сельских ТП	6	2		2		2	Экспресс-опрос на лекции
	6	8	4.4 Автоматика сельских электростанций	6	2	2			2	Экспресс-опрос на лекции
	6	9	4.5 Устройства для определения мест повреждения на воздушных ЛЭП	6	2		2		2	Экспресс-опрос на лекции
	6	10	4.6 Микропроцессорные релейная защита, управление и автоматика	6	2	2			2	Контроль выполнения расчетного задания.
5	6		Модуль 5. Основные показатели, проектирование и эксплуатация систем сельского электроснабжения	21	8	4	2		7	
	6	11	5.1 Качество электрической энергии и надежность электроснабжения	6	2	2			2	Контроль выполнения расчетного задания.
	6	12	5.2 Технико-экономическая оценка эффективности сельского электроснабжения	6	2		2		2	Экспресс-опрос на лекции
	6	13	5.3 Проектирование систем сельского электроснабжения	6	2	2			2	Контроль выполнения расчетного задания.
	6	14	5.4 Эксплуатация и ремонт установок сельского электроснабжения	3	2				1	Экспресс-опрос на лекции

		Промежуточная аттестация	27					27	Экзамен
6 семестр	15		108	28	14	12		27+ 27	
Итого			288	54	28	24		155 +27	

4.2 Матрица формируемых дисциплиной компетенций

Разделы и темы дисциплины	Количество часов	Компетенции (вместо цифр – шифр и номер компетенции из ФГОС ВПО)						общее количество компетенций
		1	2	3	4	5		
Модуль 1. Наружные и внутренние электрические сети	22							
Устройство наружных электрических сетей	16	ПК8					1	
Внутренние электропроводки	6	ПК8					1	
Модуль 2. Рабочие и аварийные режимы сельских электрических сетей	158							
Электрические нагрузки потребителей	16	ПК8					1	
Методы расчета электрических нагрузок	16	ПК8					1	
Методы электрического расчета сетей по экономическим показателям	16	ПК8					1	
Методы электрического расчета сетей по потере напряжения	16	ПК8					1	
Падение и потеря напряжения в сетях с равномерной и неравномерной нагрузкой фаз	7	ПК8					1	
Электрический расчет замкнутых сетей	7	ПК8					1	
Регулирование напряжения в сельских электрических сетях	16	ПК8					1	
Механический расчет воздушных ЛЭП	16	ПК8					1	
Токи короткого замыкания в электрических сетях	16	ПК8					1	
Методы расчета токов короткого замыкания	16	ПК8					1	
Перенапряжения и защита от них	16	ПК8					1	
Модуль 3. Аппараты и оборудование систем сельского электроснабжения	24							
Электрическая аппаратура в системах сельского электроснабжения	6	ПК8					1	
Сельские трансформаторные подстанции	6	ПК8					1	
Сельские электрические станции	6	ПК8					1	
Резервные электростанции	6	ПК8					1	

Модуль 4. Релейная защита и автоматизация систем сельского электроснабжения	36						
Назначение, характеристика и средства релейной защиты	6	ПК8					1
Схемы защит в системах сельского электроснабжения	6	ПК8					1
Автоматика сельских подстанций	6	ПК8					1
Автоматика сельских электростанций	6	ПК8					1
Устройства для определения мест повреждения на воздушных ЛЭП	6	ПК8					1
Микропроцессорные релейная защита, управление и автоматика	6	ПК8					1
Модуль 5. Основные показатели, проектирование и эксплуатация систем сельского электроснабжения	21						
Качество электрической энергии и надежность электроснабжения	6	ПК8					1
Технико-экономическая оценка эффективности сельского электроснабжения	6	ПК8					1
Проектирование систем сельского электроснабжения	6	ПК8					1
Эксплуатация и ремонт установок сельского электроснабжения	3	ПК8					1

4.3 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№№ п/п	Название раздела	Содержание раздела в дидактических единицах
Модуль 1. Наружные и внутренние электрические сети		
1.	Устройство наружных электрических сетей	Провода и кабели. Активные и индуктивные сопротивления проводов. Изоляторы и опоры ВЛ. Особенности выполнения ВЛ. Вводы в здания. Схемы и классификация электрических сетей. Режимы нейтрали электрических сетей.
2.	Внутренние электропроводки	Классификация помещений, виды и особенности электропроводок, выбор марок проводов и кабелей. Прокладка кабелей.
Модуль 2. Рабочие и аварийные режимы сельских электрических сетей		
3.	Электрические нагрузки потребителей	Общие сведения. Простейшие вероятностно-статистические модели определения расчетных нагрузок. Прогнозирование электропотребления и коэффициента роста нагрузок. Нагрузки комплексов по промышленному производству сельскохозяйственной продукции.
4.	Методы расчета электрических нагрузок	Расчет нагрузок по вероятностным характеристикам. Определение расчетных нагрузок в электрических сетях с помощью коэффициентов одновременности и по табличным добавкам.
5.	Методы электрического расчета сетей по экономическим показателям	Расчет электрических сетей по экономической плотности тока. Метод экономических интервалов. Магистральный

		метод. Потери энергии в электрических сетях. Расчет внутренних проводок.
6.	Методы электрического расчета сетей по потере напряжения	Расчет линий постоянного тока. Расчет магистралей трехфазного тока. Расчет сетей трехфазного тока по условию наименьшего расхода цветного металла. Расчет стальных проводов.
7.	Падение и потеря напряжения в сетях с равномерной и неравномерной нагрузкой фаз	Падение и потеря напряжения в сетях переменного тока с симметричной нагрузкой фаз. Падение и потеря напряжения в трехфазных с неравномерной нагрузкой фаз.
8.	Электрический расчет замкнутых сетей	Радиальные и замкнутые сети. Линии с двухсторонним питанием. Сложные замкнутые сети.
9.	Регулирование напряжения в сельских электрических сетях	Определение допустимой потери напряжения в сети. Регулирование напряжения в сельских электрических сетях.
10.	Механический расчет воздушных ЛЭП	Механические нагрузки на провода. Механический расчет опор.
11.	Токи короткого замыкания в электрических сетях	Общие сведения. Начальный период короткого замыкания вблизи шин генератора. Несимметричные короткие замыкания. Замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью.
12.	Методы расчета токов короткого замыкания	Расчет токов короткого замыкания (КЗ) в именованных единицах. Метод относительных базисных единиц. Расчет токов КЗ вблизи шин генератора. Расчет токов КЗ при питании от энергосистемы. Определение токов КЗ в сельских сетях напряжением 0,38 В.
13.	Перенапряжения и защита от них	Атмосферные перенапряжения и защита от них. Защита электроустановок от прямых ударов молнии. Защита от набегающих волн перенапряжений. Защита линий и оборудования подстанций от перенапряжений. Грозозащитные и повторные заземления на ВЛ 0,38 кВ.
Модуль 3. Аппараты и оборудование систем сельского электроснабжения		
14.	Электрическая аппаратура в системах сельского электроснабжения	Электрические контакты и электрическая дуга. Изоляторы электроустановок. Защитные и коммутационные аппараты (автоматические воздушные выключатели, автоматы гашения поля, предохранители с плавкой вставкой, масляные и безмасляные выключатели, разъединители, короткозамыкатели, отделители). Приводы к коммутационной аппаратуре. Измерительные трансформаторы. Конденсаторы для повышения коэффициента мощности. Выбор аппаратуры.
15.	Сельские трансформаторные подстанции	Общие сведения. Схемы соединений районных трансформаторных подстанций (ПС). Распределительные устройства трансформаторных подстанций. Принципиальная схема и компоновка оборудования ПС 110/10 кВ. Потребительские трансформаторные подстанции ТП 6-10/0,4 кВ.
16.	Сельские электрические станции	Общие сведения. Дизельные электрические станции. Гидравлические электростанции. Ветроэлектрические станции.
17.	Резервные электростанции	Общие сведения. Передвижные и стационарные резервные электростанции. Электростанции с приводом от тракторов. Выбор мощности резервных электростанций. Обслуживание резервных дизельных электростанций.

Модуль 4. Релейная защита и автоматизация систем сельского электроснабжения		
18.	Назначение, характеристика и средства релейной защиты	Назначение и общая характеристика РЗА. Классификация и параметры реле. Принципы выполнения электромеханических реле. Полупроводниковая база исполнения релейной защиты.
19.	Схемы защит в системах сельского электроснабжения	Общая характеристика защит. Требования, предъявляемые к устройствам релейной защиты. Оперативный ток и управление средствами защиты. Измерительные преобразователи тока в схемах релейной защиты. Схемы соединений трансформаторов тока с исполнительными органами защиты. Основные виды токовых защит в системах электроснабжения.
20.	Автоматика сельских подстанций	Автоматическое повторное включение (АПВ) линий электропередачи. Автоматическое включение резервного питания (АВР).
21.	Автоматика сельских электростанций	Автоматическое регулирование возбуждения (АРВ) синхронных генераторов. Автоматическая форсировка возбуждения (АФВ) генераторов. Автоматическое гашение поля (АГП) генераторов. Автоматическое включение синхронных генераторов на параллельную работу.
22.	Устройства для определения мест повреждения на воздушных ЛЭП	Устройства для определения места короткого замыкания. Приборы для определения мест замыкания на землю.
23.	Микропроцессорные релейная защита, управление и автоматика	Цифровые микропроцессорные органы защиты. Многофункциональный микропроцессорный блок БМРЗ-04. Микропроцессорные комплектные устройства защиты и автоматики (терминалы) серии SPAC800.
Модуль 5. Основные показатели работы, проектирование и эксплуатация систем сельского электроснабжения		
24.	Качество электрической энергии и надежность электроснабжения	Показатели качества электрической энергии. Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников. Мероприятия по улучшению качества электрической энергии. Категории потребителей по степени надежности электроснабжения и нормативные уровни надежности. Оценка надежности схем электроснабжения. Выбор средств повышения надежности электроснабжения при проектировании.
25.	Технико-экономическая оценка эффективности сельского электроснабжения	Методика технико-экономических расчетов. Многокритериальный выбор лучшего решения. Затраты на производство и передачу электроэнергии. Технико-экономическое обоснование мероприятий повышения надежности электроснабжения. Снижение потерь электроэнергии и её рациональное использование.
26.	Проектирование систем сельского электроснабжения	Общие сведения. Выбор схем электрических линий и трансформаторных подстанций. Проектирование электропроводок в производственных и общественных зданиях.
27.	Эксплуатация и ремонт установок сельского электроснабжения	Основные задачи эксплуатации электрических сетей. Эксплуатация воздушных электрических сетей. Ремонт воздушных электрических сетей. Организация эксплуатации и ремонта электрических сетей.

4.4 Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)
1.	1.2	Исследование линии электропередачи с поперечной емкостной компенсацией.	2
2.	2.5	Исследование низковольтной линии с несимметричной нагрузкой фаз.	2
3.	2.6	Схема автоматического включения резервного питания (АВР) для двухтрансформаторной подстанции.	2
4.	2.8	Разъединители, отделители, короткозамыкатели, выключатели нагрузки. Плавкие предохранители. Трубчатые и вентильные разрядники.	2
5.	2.9	Согласование максимальных токовых защит с разнотипными временными характеристиками.	2
6.	2.11	Исследование режима напряжения сельской радиальной сети и выбор надбавок у трансформаторов.	2
7.	3.1	Масляный (ВМП-10) и вакуумный (ВВ/TEL-10) выключатели.	2
8.	3.3	Комплектная трансформаторная подстанция (КТП) 10/0,38 кВ.	2
9.	4.1	Основные схемы соединения трансформаторов тока и реле.	2
10.	4.3	Исследование электромагнитных реле РТ-40 и ЭВ-235 с использованием измерительных комплектов К512...К514.	2
11.	4.5	Исследование индукционного реле РТ-80 и реле РП-341 на испытательном стенде.	2
12.	5.2	Исследование вторичных реле прямого действия РТМ, РТВ.	2
Итого			24

4.5 Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо-емкость (час.)
1.	1.1	Расчет полного удельного индуктивного сопротивления алюминиевых и стальных проводов воздушных линий электропередачи.	2
2.	2.2	Определение расчетных нагрузок на участках ВЛ 0,38 кВ.	2
3.	2.2	Определение расчетных нагрузок на шинах 0,4 кВ трансформаторной подстанции.	2
4.	2.3	Определение экономического сечения проводов воздушной линии электропередачи.	2
5.	2.4	Расчет сечений проводов линии по допустимой потере напряжения.	2
6.	2.7	Определение оптимальной надбавки трансформатора и построение таблицы отклонений напряжения.	2
7.	2.10	Расчет трехфазных и однофазных токов короткого замыкания в линиях напряжением 10 кВ и 0,38 кВ.	2
8.	3.2	Определение годовых потерь энергии в силовом трансформаторе подстанции.	2

9.	3.4	Определение времени использования максимальной нагрузки, времени потерь и среднего квадратичного тока нагрузки.	2
10.	4.2	Выбор плавких вставок предохранителей	2
11.	4.4	Определение допустимых потерь напряжения в линиях напряжением 10 кВ и 0,38 кВ	2
12.	4.6	Определение токов замыкания на землю в воздушных и кабельных линиях электропередачи напряжением 6-35 кВ	2
13.	5.1	Определение потери напряжения в проводах воздушной линии электропередачи.	2
14.	5.3	Расчет сечений проводов линии по условию минимальной затраты проводникового материала.	2
Итого			28

4.6 Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Всего часов	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля
Модуль 1. Наружные и внутренние электрические сети				
1.	Устройство наружных электрических сетей	12	Работа с учебной литературой.	Опрос
2.	Внутренние электропроводки	2	Работа с вопросами для самопроверки	Экспресс-опрос на лекции
Модуль 2. Рабочие и аварийные режимы сельских электрических сетей				
3.	Электрические нагрузки потребителей	12	Решение задач и тестов	Проверка заданий
4.	Методы расчета электрических нагрузок	12	Работа с учебной литературой.	Опрос
5.	Методы электрического расчета сетей по экономическим показателям	12	Решение задач и тестов	Проверка заданий
6.	Методы электрического расчета сетей по потере напряжения	12	Решение задач	Проверка заданий
7.	Падение и потеря напряжения в сетях с равномерной и неравномерной нагрузкой фаз	3	Решение задач и тестов	Проверка заданий
8.	Электрический расчет замкнутых сетей	3	Работа с учебной литературой.	Опрос
9.	Регулирование напряжения в сельских электрических сетях	12	Решение задач	Проверка заданий
10.	Механический расчет воздушных ЛЭП	12	Работа с учебной литературой.	Опрос
11.	Токи короткого замыкания в электрических сетях	12	Решение задач	Проверка заданий
12.	Методы расчета токов короткого замыкания	12	Решение задач	Проверка заданий
13.	Перенапряжения и защита от них	12	Работа с учебной литературой.	Опрос
	Промежуточная аттестация			Зачет, Курсовая работа

Модуль 3. Аппараты и оборудование систем сельского электроснабжения				
14.	Электрическая аппаратура в системах сельского электроснабжения	2	Работа с тестами	Проверка заданий
15.	Сельские трансформаторные подстанции	2	Работа с учебной литературой.	Опрос
16.	Сельские электрические станции	2	Работа с вопросами для самопроверки	Экспресс-опрос на лекции
17.	Резервные электростанции	2	Работа с учебной литературой.	Опрос
Модуль 4. Релейная защита и автоматизация систем сельского электроснабжения				
18.	Назначение, характеристика и средства релейной защиты	2	Работа с вопросами для самопроверки	Экспресс-опрос на лекции
19.	Схемы защит в системах сельского электроснабжения	2	Решение задач	Опрос
20.	Автоматика сельских подстанций	2	Работа с тестами	Экспресс-опрос на лекции
21.	Автоматика сельских электростанций	2	Решение задач	Опрос
22.	Устройства для определения мест повреждения на воздушных ЛЭП	2	Работа с учебной литературой.	Экспресс-опрос на лекции
23.	Микропроцессорные релейная защита, управление и автоматика	2	Работа с учебной литературой.	Опрос
Модуль 5. Основные показатели, проектирование и эксплуатация систем сельского электроснабжения				
24.	Качество электрической энергии и надежность электроснабжения	2	Работа с вопросами для самопроверки	Экспресс-опрос на лекции
25.	Технико-экономическая оценка эффективности сельского электроснабжения	2	Работа с учебной литературой.	Опрос
26.	Проектирование систем сельского электроснабжения	2	Работа с вопросами для самопроверки	Экспресс-опрос на лекции
27.	Эксплуатация и ремонт установок сельского электроснабжения	1	Работа с учебной литературой.	Опрос
	Промежуточная аттестация	27		Экзамен
	Итого	155+27		

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины в рамках реализации ООП по направлению подготовки бакалавров 35.03.06 «Агроинженерия» (уровень бакалавриата) профиль «Электроснабжение» используются следующие технологии: информационные технологии, проблемное обучение, контекстное обучение, обучение на основе опыта, междисциплинарное обучение.

При наличии лиц с ограниченными возможностями здоровья преподаватель организует работу в соответствии с Положением об инклюзивном образовании ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

Изучение дисциплины подразумевает использование информационных технологий:

- поиск информации в глобальной сети Интернет;
- работа в электронно-библиотечных системах;
- работа в ЭИОС вуза (портал);
- компьютерное тестирование;
- программное обеспечение КОМПАС;
- мультимедийные лекции.

Занятия содержат определения, структурные и принципиальные схемы электротехнологических установок и процессов, объектов, демонстрационные работы на действующих объектах.

5.1 Интерактивные образовательные технологии в аудиторных занятиях

Се- местр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количе- ство часов
7	Л	Лекции с постановкой проблем и анализом их решения на примере действующих Программ	10
	ПР	Решение ситуационных задач	2
	ЛР	Лабораторные работы с элементами исследования	4
8	Л	Лекции с постановкой проблем и анализом их решения на примере действующих Программ	10
	ПР	Решение ситуационных задач	4
	ЛР	Лабораторные работы с элементами исследования	6
Итого:			36

Занятия проводятся с использованием мультимедийного оборудования на лекциях, компьютерных программ MICROSOFT OFFICE, справочно - информационных систем для самостоятельной работы. Презентации содержат определения, структурные и принципиальные схемы систем электроснабжения, установок, объектов и т.д.

При выполнении расчетных заданий используется учебная литература, приведенная ниже.

Самостоятельная работа включает подготовку к тестам, выполнение расчетных заданий и подготовку к их защите, подготовку к защите курсовой работы и экзамену.

6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ¹

6.1 Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

Контроль знаний студентов по дисциплине «Электроснабжение» проводится в устной и (или) письменной форме, предусматривает текущий и промежуточный контроль (зачет с оценкой по курсовой работе, экзамен).

Методы контроля:

- тестовая форма контроля;
- устная форма контроля – опрос и общение с аудиторией по поставленной задаче в устной форме;
- решение определенных заданий (задач) по теме практического материала в конце практического занятия, в целях эффективности усвояемости материала на практике.
- использование ролевых игр (соревнований) по группам, внутри групп;
- поощрение индивидуальных и творческих заданий, в которых студент проработал самостоятельно большое количество дополнительных источников литературы.

Текущий контроль предусматривает устную форму опроса студентов и (или) письменный экспресс-опрос по окончанию изучения каждой темы.

Промежуточная аттестация - защита курсовой работы и экзамен.

Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

№ п/п	№ семестра	Виды контроля и аттестации (ВК, ТАт, ПрАт)	Компетенции	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Оценочные средства и форма контроля
1.	7	ВК, ТАт	ПК-8	Модуль 1. Наружные и внутренние электрические сети.	Устный или тестовый контроль
2.	7	ТАт, ПрАт	ПК-8	Модуль 2. Рабочие и аварийные режимы сельских электрических сетей.	Устный или тестовый контроль Защита курсовой работы
3.	8	ТАт, ПрАт	ПК-8	Модуль 3. Аппараты и оборудование систем сельского электроснабжения.	Устный или тестовый контроль
4.	8	ТАт, ПрАт	ПК-8	Модуль 4. Релейная защита и автоматизация систем сельского электроснабжения.	Устный или тестовый контроль
5.	8	ТАт, ПрАт	ПК-8	Модуль 5. Основные показатели, проектирование и эксплуатация систем сельского электроснабжения.	Устный или тестовый контроль Экзамен

Методика текущего контроля и промежуточной аттестации

Освоение основной образовательной программы сопровождается текущим контролем успеваемости и промежуточной аттестацией обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обучающихся является элементом внутри-вузовской системы контроля качества подготовки специалистов и способствует активизации познавательной деятельности обучающихся в межсессионный период как во время контактной работы обучающихся с преподавателем, так и во время самостоятельной работы. Текущий контроль осуществляется преподавателем и может проводиться в следующих формах: индивидуальный и (или) групповой опрос (устный или письменный) на занятиях; защита реферата; презентация проектов, выполненных индивидуально или группой обучающихся; анализ деловых ситуаций (анализа вариантов решения проблемы, обоснования выбора оптимального варианта решения, др.); тестирование (письменное или компьютерное); контроль самостоятельной работы студентов (в письменной или устной форме).

По итогам текущего контроля преподаватель отмечает обучающихся, проявивших особые успехи, а также обучающихся, не выполнивших запланированные виды работ.

Промежуточная аттестация призвана оценить компетенции, сформированные у обучающихся в процессе обучения и обеспечить контроль качества освоения программы. Для контроля результатов освоения обучающимися учебного материала по программе конкретной дисциплины, проверка и оценка знаний, полученных за семестр (курс), развития творческого мышления, приобретения навыков самостоятельной работы, умения применять теоретические знания при решении практических задач, оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированных компетенций обучающихся предусматривается экзамен.

Экзамен может быть проведен в устной форме, в форме письменной работы или тестирования. Экзамены оцениваются по четырехбалльной системе: **«отлично»**, **«хорошо»**, **«удовлетворительно»**, **«неудовлетворительно»**.

Отметка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если он усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении вопросов, обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Отметка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Отметка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Отметка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

Примеры оценочных средств

а) для текущей успеваемости:

Модуль 1. Наружные и внутренние электрические сети

1. Назовите марки проводов для воздушных линий.
2. Как устроены самонесущие изолированные провода?
3. Каково устройство кабеля?
4. Какие типы изоляторов применяют в воздушных линиях различных классов напряжений?
5. Что такое габарит линии, стрела провеса?
6. Как определяют режим, когда механическое напряжение в проводе максимально?
7. От каких параметров зависит внешнее индуктивное сопротивление воздушной линии?

Модуль 2. Рабочие и аварийные режимы сельских электрических сетей

1. Что такое время использования максимальной нагрузки T и время максимальных потерь τ ?
2. Поясните, как рассчитать электрическую нагрузку на шинах подстанции, на участке линии электропередачи.
3. Что такое магистральный принцип построения сети?
4. Что такое плавкий предохранитель и как его выбирают для защиты внутренней проводки?
5. Расскажите об экономической плотности тока. От каких параметров она зависит?
6. Каков порядок расчета проводов магистральным методом?
7. У каких проводов активное и внутреннее индуктивное сопротивления зависят от тока?

Модуль 3. Аппараты и оборудование систем сельского электроснабжения

1. Назовите способы гашения электрической дуги.
2. Чем отличаются по назначению и устройству разъединители, выключатели нагрузки и выключатели?
3. Как можно отключить районную трансформаторную подстанцию от системы с помощью отделителя и короткозамыкателя?
4. Назовите виды погрешностей измерений, проводимых с помощью трансформаторов тока и напряжения.
5. Каковы принципы выбора электрической аппаратуры?
6. Какие электрические аппараты используют в схемах потребительских подстанций напряжением 10/0,38 кВ?

Модуль 4. Релейная защита и автоматизация систем сельского электроснабжения

1. Какие типы защит используют для силовых трансформаторов?
2. Какие устройства защиты применяют в сетях напряжением 0,38 кВ?

3. Назовите виды устройств автоматики, применяемых в системах электроснабжения.

4. Объясните принципы построения микропроцессорных устройств защиты и автоматики.

Модуль 5. Основные показатели, проектирование и эксплуатация систем сельского электроснабжения

1. Перечислите основные показатели качества электроэнергии.

2. Что такое отклонение напряжения?

3. Назовите потребителей электроэнергии, отнесенных к первой категории по надежности электроснабжения.

4. Назовите средства и мероприятия по повышению надежности электроснабжения.

5. В каких случаях при проектировании РТП следует предусматривать к установке два трансформатора?

6. Перечислите средства повышения надежности электроснабжения, устанавливаемые на линиях 10 кВ.

б) для промежуточной аттестации:

1. К нетрадиционным и возобновляемым источникам энергии относят...

2. Расчетные нагрузки крупных животноводческих комплексов определяют...

3. Коэффициентом использования называют отношение...

4. Расчетная электрическая нагрузка – это...

5. Расчетные активные нагрузки трех коммунально-бытовых потребителей ($P_1 < P_2 > P_3$) суммируют по формуле...

6. Суммарная расчетная активная нагрузка потребительской подстанции при смешанном характере нагрузки четырех подключенных к ней потребителей ($P_1 > P_2 > P_3 > P_4$) определяется по формуле...

7. Технические потери электроэнергии определяются как...

Курсовая работа по дисциплине «Электроснабжение» (7 семестр)

Курсовая работа предусматривает выполнение следующих разделов:

1. Расчет электрических нагрузок населенного пункта.

2. Определение мощности и числа трансформаторных подстанций.

3. Электрический расчет воздушной линии напряжением 10 кВ.

4. Составление таблицы отклонений напряжения.

5. Электрический расчет линии напряжением 0,38 кВ.

6. Конструктивное выполнение линий напряжением 0,38 кВ, 10 кВ и подстанции 10/0,38 кВ.

7. Расчет токов короткого замыкания.

8. Выбор оборудования подстанции.

9. Технико-экономическая часть.

Вопросы для зачета по дисциплине

1. ЕЭС России, её структура. Особенности систем электроснабжения сельских районов. Электрические сети: питающие, распределительные, глубокий ввод.
2. Электрические станции: тепловые, гидравлические и атомные.
3. Электрические нагрузки сельскохозяйственных потребителей. Расчетные нагрузки и расчетный период. Графики нагрузки: суточные, годовые, по продолжительности.
4. Расчёт электрических нагрузок сельскохозяйственных потребителей с использованием коэффициента одновременности и табличных добавок.
5. Расчёт электрических нагрузок по их вероятностным характеристикам с использованием методики АО «РОСЭП».
6. Нагрузки комплексов по промышленному производству сельскохозяйственной продукции.
7. Отклонение напряжения в электрической сети. Связь с потерями напряжения. Влияние различных элементов электроустановок на отклонения напряжения в сети.
8. Падение и потеря напряжения в сетях переменного тока. Прямая задача расчета.
9. Порядок расчета электрических сетей по потере напряжения при постоянном сечении проводов.
10. Порядок расчёта электрических сетей по потере напряжения при постоянной плотности тока в проводах.

Вопросы для экзамена по дисциплине

1. Максимальная токовая защита (МТЗ).
2. Токовая отсечка (ТО).
3. Направленная МТЗ.
4. Продольная дифференциальная токовая защита.
5. Автоматическое повторное включение (АПВ).
6. Автоматическое включение резерва (АВР).
7. Автоматическое регулирование возбуждения (АРВ) генераторов с токовым компаундированием.
8. АРВ с фазовым компаундированием.
9. Автоматическая форсировка возбуждения (АФВ) генераторов.
10. Автоматическое гашение поля (АГП) генераторов.
11. Синхронизация генераторов.
12. Устройства для определения мест повреждения на ВЛ.
13. Сельские электрические станции.
14. Трансформаторные подстанции (ТП) 10/0,4 кВ.
15. Надёжность электроснабжения.
16. Основные положения технико-экономических расчётов. Стоимость электрических сетей.

6.2 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

1. Электроснабжение сельского населенного пункта [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине "Электроснабжение" для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению "Агроинженерия", сост. Кочетков Н. П., Широбокова Т. А., Цыркина Т. В. - Издание 3-е изд., испр. и перераб. - Ижевск: , 2016. - Режим доступа: <http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&parent=12766&id=15241>

2. Лещинская Т. Б., Наумов И. В. Электроснабжение сельского хозяйства [Электронный ресурс]: учебник для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия», - Москва: Транслог - Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/325213>

3. Электроснабжение: расчет максимальной токовой защиты сельской распределительной сети [Электронный ресурс]: учебное пособие для самостоятельной работы студентов бакалавриата, обучающихся по направлению «Агроинженерия». (профиль подготовки «Электрооборудование и электротехнологии»), сост. Кочетков Н. П., Широбокова Т. А., Родыгина Т. А., Цыркина Т. В. - Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2017. - Режим доступа: <http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&id=20683>

4. Шлейников В. Б. Электроснабжение цеха промышленного предприятия [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования направления подготовки 140100.62 Теплоэнергетика и теплотехника профиля «Энергообеспечение предприятий», - Оренбург: , 2012. - Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/179419>

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

1. Лещинская Т. Б., Наумов И. В. Электроснабжение сельского хозяйства [Электронный ресурс]: учебник для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия», - Москва: Транслог - Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/325213>

2. Шлейников В. Б. Электроснабжение цеха промышленного предприятия [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования направления подготовки 140100.62 Теплоэнергетика и теплотехника профиля «Энергообеспечение предприятий», - Оренбург: , 2012. - Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/179419>

7.2 Дополнительная литература

1. Электроснабжение: расчет максимальной токовой защиты сельской распределительной сети [Электронный ресурс]: учебное пособие для самостоятельной работы студентов бакалавриата, обучающихся по направлению «Агроинженерия». (профиль подготовки «Электрооборудование и электротехнологии»), сост. Кочетков Н. П., Широбокова Т. А., Родыгина Т. А., Цыркина Т. В. - Ижевск: РИО

Ижевская ГСХА, 2017. - Режим доступа:

<http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&id=20683>

2. Электроснабжение сельского населенного пункта [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине "Электроснабжение" для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению "Агроинженерия", сост. Кочетков Н. П., Широбокова Т. А., Цыркина Т. В. - Издание 3-е изд., испр. и перераб. - Ижевск: , 2016. - Режим доступа:

<http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&parent=12766&id=15241>

3. Кочетков Н. П., Родыгина Т. А., Васильев Д. А. Конспект лекций по курсу «Электрические сети и системы» [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям «Агроинженерия» и «Теплоэнергетика и теплотехника», - Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2019. - Режим доступа:

<http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&id=26915>

7.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Поиск информации в глобальной сети Интернет

Работа в электронно-библиотечных системах

Работа в ЭИОС вуза (работа с порталом и онлайн-курсами в системе moodle.izhgsha.ru)

Мультимедийные лекции

Работа в компьютерном классе

Компьютерное тестирование

При изучении учебного материала используется комплект лицензионного программного обеспечения следующего состава:

1. Операционная система: Microsoft Windows 10 Professional. Подписка на 3 года. Договор № 9-БД/19 от 07.02.2019. Последняя доступная версия программы. Astra Linux Common Edition. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

2. Базовый пакет программ Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint). Microsoft Office Standard 2016. Бессрочная лицензия. Договор №79-ГК/16 от 11.05.2016. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №0313100010014000038-0010456-01 от 11.08.2014. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №26 от 19.12.2013. Microsoft Office Professional Plus 2010. Бессрочная лицензия. Договор №106-ГК от 21.11.2011. Р7-Офис. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

3. Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «КонсультантПлюс». Соглашение № ИКП2016/ЛСВ 003 от 11.01.2016 для использования в учебных целях бессрочное. Обновляется регулярно. Лицензия на все компьютеры, используемые в учебном процессе.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к следующим современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам:

Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «КонсультантПлюс».

«1С:Предприятие 8 через Интернет для учебных заведений» (<https://edu.1cfresh.com/>) со следующими приложениями: 1С: Бухгалтерия 8, 1С: Управление торговлей 8, 1С:ERP Управление предприятием 2, 1С: Управление нашей фирмой, 1С: Зарплата и управление персоналом. Облачный сервис.

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной компьютер, проектор, доска, экран.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (лабораторных занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной ноутбук, лабораторное оборудование: Лабораторный стенд «Разъединители, отделители, короткозамыкатели, выключатели нагрузки. Плавкие предохранители. Трубчатые и вентильные разрядники»; Лабораторная установка «Комплектная трансформаторная подстанция (КТП) 10/0,38 кВ»; Лабораторный стенд «Исследование вторичных реле прямого действия РТМ, РТВ»; Лабораторный стенд «Релейная защита и автоматика»

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (практических занятий). Аудитория, укомплектованная социализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной компьютер, проектор, доска, экран.

Помещение для самостоятельной работы. Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

9 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (заочное отделение)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов

Се- местр	Всего часов	Ауди- торных	Самост. работа	Лекций	Лабора- торных	Практи- ческих	Контроль
8	144	22	118+4	6	8	8	Зачет 4
9	144	2	133+9	-	-	2	Курсовая работа Экзамен - 9
	288	24	251+13	6	8	10	

Структура дисциплины

№ п/п	Семестр	Недели семестра	Раздел дисциплины (модуля), темы раз- дела	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)						Форма: -текущего контроля успеваемости, СРС (по неделям се- местра); -промежуточной ат- тестации (по семест- рам) КРС
				всего	лекция	практические занятия	лаб. занятия	семинары	СРС	
1	8,9		Модуль 1. Наружные и внут- ренние электриче- ские сети	18	0	0			18	Самоконтроль изучаемого учеб- ного материала
2	8,9		1.1 Устройство наружных электри- ческих сетей	9					9	Самоконтроль изучаемого учеб- ного материала
3	8,9		1.2 Внутренние электропроводки	9					9	Самоконтроль изучаемого учеб- ного материала
4	8,9		Модуль 2. Рабочие и аварийные режи- мы сельских элект- рических сетей	109	2	8			99	Экспресс-опрос на лекции
5	8,9		2.1 Электрические нагрузки потреби- телей	9					9	Самоконтроль изучаемого учеб- ного материала
6	8,9		2.2 Методы рас- чета электрических нагрузок	11		2			9	Контроль выпол- нения расчетного задания.
7	8,9		2.3 Методы элект- рического расчета сетей по экономи- ческим показателям	9					9	Самоконтроль изучаемого учеб- ного материала
8	8,9		2.4 Методы элект- рического расчета сетей по потере напряжения	11		2			9	Контроль выпол- нения расчетного задания.

9	8,9		2.5 Падение и потеря напряжения в сетях с равномерной и неравномерной нагрузкой фаз	9					9	Самоконтроль изучаемого учебного материала
10	8,9		2.6 Электрический расчет замкнутых сетей	9					9	Самоконтроль изучаемого учебного материала
11	8,9		2.7 Регулирование напряжения в сельских электрических сетях	11		2			9	Контроль выполнения расчетного задания
12	8,9		2.8 Механический расчет воздушных ЛЭП	9					9	Самоконтроль изучаемого учебного материала
13	8,9		2.9 Токи короткого замыкания в электрических сетях	9					9	Самоконтроль изучаемого учебного материала
14	8,9		2.10 Методы расчета токов короткого замыкания	11		2			9	Контроль выполнения расчетного задания.
15	8,9		2.11 Перенапряжения и защита от них	9					9	Самоконтроль изучаемого учебного материала
16	8,9		Модуль 3. Аппараты и оборудование систем сельского электроснабжения	38	0	0	2		36	Самоконтроль изучаемого учебного материала
17	8,9		3.1 Электрическая аппаратура в системах сельского электроснабжения	11			2		9	Самоконтроль изучаемого учебного материала
18	8,9		3.2 Сельские трансформаторные подстанции	9					9	Самоконтроль изучаемого учебного материала
19	8,9		3.3 Сельские электрические станции	9					9	Самоконтроль изучаемого учебного материала
20	8,9		3.4 Резервные электростанции	9					9	Самоконтроль изучаемого учебного материала
21	8,9		Модуль 4. Релейная защита и автоматизация систем сельского электроснабжения	62	2	0	6		54	Экспресс-опрос на лекции
22	8,9		4.1 Назначение,	11			2		9	Самоконтроль изучаемого учебного материала

			характеристика и средства релейной защиты						
23	8,9		4.2 Схемы защит в системах сельского электроснабжения	11			2	9	Контроль выполнения расчетного задания.
24	8,9		4.3 Автоматика сельских подстанций	11			2	9	Самоконтроль изучаемого учебного материала
25	8,9		4.4 Автоматика сельских электростанций	9				9	Самоконтроль изучаемого учебного материала
26	8,9		4.5 Устройства для определения мест повреждения на воздушных ЛЭП	9				9	Самоконтроль изучаемого учебного материала
27	8,9		4.6 Микропроцессорные релейная защита, управление и автоматика	9				9	Самоконтроль изучаемого учебного материала
28	8,9		Модуль 5. Основные показатели, проектирование и эксплуатация систем сельского электроснабжения	46	2			44	Экспресс-опрос на лекции
29	8,9		5.1 Качество электрической энергии и надежность электроснабжения	9				9	Самоконтроль изучаемого учебного материала
30	8,9		5.2 Технико-экономическая оценка эффективности сельского электроснабжения	9				9	Самоконтроль изучаемого учебного материала
31	8,9		5.3 Проектирование систем сельского электроснабжения	17				17	Самоконтроль изучаемого учебного материала
32	8,9		5.4 Эксплуатация и ремонт установок сельского электроснабжения	9				9	Самоконтроль изучаемого учебного материала
33	8		Промежуточная аттестация	4				4	Зачет 4

34	9		Промежуточная аттестация	9					9	Курсовая работа Экзамен 9
35	8		Всего	144	6	8	8		118 +4	
36	9		Всего	144	-	2	-		133 +9	
Итого				288	6	10	8		251 +13	

Содержание разделов дисциплины

№№ п/п	Название раздела	Содержание раздела в дидактических единицах
Модуль 1. Наружные и внутренние электрические сети		
1.	Устройство наружных электрических сетей	Провода и кабели. Активные и индуктивные сопротивления проводов. Изоляторы и опоры ВЛ. Особенности выполнения и строительство ВЛ. Схемы и классификация электрических сетей. Режимы нейтрали электрических сетей.
2.	Внутренние электропроводки	Вводы в здания. Классификация помещений, виды и особенности электропроводок, выбор марок проводов и кабелей. Прокладка кабелей.
Модуль 2. Рабочие и аварийные режимы сельских электрических сетей		
3.	Электрические нагрузки потребителей	Общие сведения. Простейшие вероятностно-статистические модели определения расчетных нагрузок. Прогнозирование электропотребления и коэффициента роста нагрузок. Нагрузки комплексов по промышленному производству сельскохозяйственной продукции.
4.	Методы расчета электрических нагрузок	Расчет нагрузок по вероятностным характеристикам. Определение расчетных нагрузок в электрических сетях с помощью коэффициентов одновременности и по табличным добавкам.
5.	Методы электрического расчета сетей по экономическим показателям	Расчет электрических сетей по экономической плотности тока. Метод экономических интервалов. Магистральный метод. Потери энергии в электрических сетях. Расчет внутренних проводок.
6.	Методы электрического расчета сетей по потере напряжения	Расчет линий постоянного тока. Расчет магистралей трехфазного тока. Расчет сетей трехфазного тока по условию наименьшего расхода цветного металла. Расчет стальных проводов.
7.	Падение и потеря напряжения в сетях с равномерной и неравномерной нагрузкой фаз	Падение и потеря напряжения в сетях переменного тока с симметричной нагрузкой фаз. Падение и потеря напряжения в трехфазных с неравномерной нагрузкой фаз.
8.	Электрический расчет замкнутых сетей	Радиальные и замкнутые сети. Линии с двухсторонним питанием. Сложные замкнутые сети.
9.	Регулирование напряжения в сельских электрических сетях	Определение допустимой потери напряжения в сети. Регулирование напряжения в сельских электрических сетях.

10.	Механический расчет воздушных ЛЭП	Механические нагрузки на провода. Механический расчет проводов. Механический расчет опор.
11.	Токи короткого замыкания в электрических сетях	Общие сведения. Начальный период короткого замыкания вблизи шин генератора. Несимметричные короткие замыкания. Замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью.
12.	Методы расчета токов короткого замыкания	Расчет токов короткого замыкания (КЗ) в именованных единицах. Метод относительных базисных единиц. Расчет токов КЗ вблизи шин генератора. Расчет токов КЗ при питании от энергосистемы. Определение токов КЗ в сельских сетях напряжением 0,38 В.
13.	Перенапряжения и защита от них	Атмосферные перенапряжения и защита от них. Защита электроустановок от прямых ударов молнии. Защита от набегающих волн перенапряжений. Защита линий и оборудования подстанций от перенапряжений. Грозозащитные и повторные заземления на ВЛ 0,38 кВ.
Модуль 3. Аппараты и оборудование систем сельского электроснабжения		
14.	Электрическая аппаратура в системах сельского электроснабжения	Электрические контакты и электрическая дуга. Изоляторы электроустановок. Защитные и коммутационные аппараты (автоматические воздушные выключатели, автоматы гашения поля, предохранители с плавкой вставкой, масляные и безмасляные выключатели, разъединители, короткозамкатель, отделители). Приводы к коммутационной аппаратуре. Измерительные трансформаторы. Конденсаторы для повышения коэффициента мощности. Выбор аппаратуры.
15.	Сельские трансформаторные подстанции	Общие сведения. Схемы соединений районных трансформаторных подстанций (ПС). Распределительные устройства трансформаторных подстанций. Принципиальная схема и компоновка оборудования ПС 110/10 кВ. Потребительские трансформаторные подстанции ТП 6-10/0,4 кВ.
16.	Сельские электрические станции	Общие сведения. Дизельные электрические станции. Гидравлические электростанции. Ветроэлектрические станции.
17.	Резервные электростанции	Общие сведения. Передвижные и стационарные резервные электростанции. Электростанции с приводом от тракторов. Выбор мощности резервных электростанций. Обслуживание резервных дизельных электростанций.
Модуль 4. Релейная защита и автоматизация систем сельского электроснабжения		
18.	Назначение, характеристика и средства релейной защиты	Назначение и общая характеристика РЗА. Классификация и параметры реле. Принципы выполнения электромеханических реле. Полупроводниковая база релейной защиты.
19.	Схемы защит в системах сельского электроснабжения	Общая характеристика защит. Требования, предъявляемые к устройствам релейной защиты. Оперативный ток и управление средствами защиты. Измерительные преобразователи тока в схемах релейной защиты. Схемы соединений трансформаторов тока с исполнительными органами защиты. Основные виды токовых защит.
20.	Автоматика сельских подстанций	Автоматическое повторное включение (АПВ) линий электропередачи. Автоматическое включение резервного питания (АВР).

21.	Автоматика сельских электростанций	Автоматическое регулирование возбуждения (АРВ) синхронных генераторов. Автоматическая форсировка возбуждения (АФВ) генераторов. Автоматическое гашение поля (АГП) генераторов. Автоматическое включение синхронных генераторов на параллельную работу.
22.	Устройства для определения мест повреждения на воздушных ЛЭП	Устройства для определения места короткого замыкания. Приборы для определения мест замыкания на землю.
23.	Микропроцессорные релейная защита, управление и автоматика	Цифровые микропроцессорные органы защиты. Многофункциональный микропроцессорный блок БМРЗ-04. Микропроцессорные комплекты устройства защиты и автоматики (терминалы) серии SPAC800.
Модуль 5. Основные показатели работы, проектирование и эксплуатация систем сельского электроснабжения		
24.	Качество электрической энергии и надежность электроснабжения	Показатели качества электрической энергии. Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников. Мероприятия по улучшению качества электрической энергии. Категории потребителей по степени надежности электроснабжения и нормативные уровни надежности. Оценка надежности схем электроснабжения. Выбор средств повышения надежности электроснабжения при проектировании.
25.	Технико-экономическая оценка эффективности сельского электроснабжения	Методика технико-экономических расчетов. Многокритериальный выбор лучшего решения. Затраты на производство и передачу электроэнергии. Технико-экономическое обоснование мероприятий повышения надежности электроснабжения. Снижение потерь электроэнергии и её рациональное использование.
26.	Проектирование систем сельского электроснабжения	Общие сведения. Выбор схем электрических линий и трансформаторных подстанций. Проектирование электропроводок в производственных и общественных зданиях.
27.	Эксплуатация и ремонт установок сельского электроснабжения	Основные задачи эксплуатации электрических сетей. Эксплуатация воздушных электрических сетей. Ремонт воздушных электрических сетей. Организация эксплуатации и ремонта электрических сетей.

Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1.	3	Разъединители, отделители, короткозамыкатели, выключатели нагрузки. Плавкие предохранители. Трубочатые и вентильные разрядники. Высоковольтные выключатели	2
2.	4	Исследование электромагнитных реле РТ-40 и ЭВ-235 с использованием измерительных комплектов К512...К514.	2
3.	4	Исследование индукционного реле РТ-80 и реле РП-341 на испытательном стенде.	2
4.	4	Исследование вторичных реле прямого действия РТМ, РТВ.	2
Итого			8

Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)
1.	2	Определение расчетных нагрузок на участках ВЛ 0,38 кВ и на шинах 0,4 кВ трансформаторной подстанции.	2
2.	2	Расчет сечений проводов линии по допустимой потере напряжения.	2
3.	2	Определение оптимальной надбавки трансформатора и построение таблицы отклонений напряжения.	2
4.	2	Расчет трехфазных и однофазных токов короткого замыкания в линиях напряжением 10 кВ и 0,38 кВ.	2
5.	2	Расчет сечений проводов линии по условию минимальной затраты проводникового материала.	2
Итого			10

Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Всего часов	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля
Модуль 1. Наружные и внутренние электрические сети				
1.	Устройство наружных электрических сетей	9	Работа с учебной литературой.	Опрос
2.	Внутренние электропроводки	9	Работа с вопросами для самопроверки	Экспресс-опрос на лекции
Модуль 2. Рабочие и аварийные режимы сельских электрических сетей				
3.	Электрические нагрузки потребителей	9	Решение задач и тестов	Проверка заданий
4.	Методы расчета электрических нагрузок	9	Работа с учебной литературой.	Опрос
5.	Методы электрического расчета сетей по экономическим показателям	9	Решение задач и тестов	Проверка заданий
6.	Методы электрического расчета сетей по потере напряжения	9	Решение задач	Проверка заданий
7.	Падение и потеря напряжения в сетях с равномерной и неравномерной нагрузкой фаз	9	Решение задач и тестов	Проверка заданий
8.	Электрический расчет замкнутых сетей	9	Работа с учебной литературой.	Опрос
9.	Регулирование напряжения в сельских электрических сетях	9	Решение задач	Проверка заданий
10.	Механический расчет воздушных ЛЭП	9	Работа с учебной литературой.	Опрос
11.	Токи короткого замыкания в электрических сетях	9	Решение задач	Проверка заданий
12.	Методы расчета токов короткого замыкания	9	Решение задач	Проверка заданий

13.	Перенапряжения и защита от них	9	Работа с учебной литературой.	Опрос
Модуль 3. Аппараты и оборудование систем сельского электроснабжения				
14.	Электрическая аппаратура в системах сельского электроснабжения	9	Работа с тестами	Проверка заданий
15.	Сельские трансформаторные подстанции	9	Работа с учебной литературой.	Опрос
16.	Сельские электрические станции	9	Работа с вопросами для самопроверки	Экспресс-опрос на лекции
17.	Резервные электростанции	9	Работа с учебной литературой.	Опрос
Модуль 4. Релейная защита и автоматизация систем сельского электроснабжения				
18.	Назначение, характеристика и средства релейной защиты	9	Работа с вопросами для самопроверки	Экспресс-опрос на лекции
19.	Схемы защит в системах сельского электроснабжения	9	Решение задач	Опрос
20.	Автоматика сельских подстанций	9	Работа с тестами	Экспресс-опрос на лекции
21.	Автоматика сельских электростанций	9	Решение задач	Опрос
22.	Устройства для определения мест повреждения на воздушных ЛЭП	9	Работа с учебной литературой.	Экспресс-опрос на лекции
23.	Микропроцессорные релейная защита, управление и автоматика	2	Работа с учебной литературой.	Опрос
Модуль 5. Основные показатели, проектирование и эксплуатация систем сельского электроснабжения				
24.	Качество электрической энергии и надежность электроснабжения	9	Работа с вопросами для самопроверки	Экспресс-опрос на лекции
25.	Технико-экономическая оценка эффективности сельского электроснабжения	9	Работа с учебной литературой.	Опрос
26.	Проектирование систем сельского электроснабжения	17	Работа с вопросами для самопроверки	Экспресс-опрос на лекции
27.	Эксплуатация и ремонт установок сельского электроснабжения	9	Работа с учебной литературой.	Опрос
	Промежуточная аттестация	4		Зачет
	Промежуточная аттестация	9		Экзамен
	Итого	251+13		

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации студентов
по итогам освоения дисциплины

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

Направление подготовки «Агроинженерия»

Профиль подготовки «Электроснабжение»

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная, заочная

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

Цель промежуточной аттестации - проверка степени усвоения студентами учебного материала за время изучения дисциплины, уровня сформированности компетенций после завершения изучения дисциплины.

Студенту необходимо представить отчеты по выполненным лабораторным работам, заданиям и курсовой работе.

Аттестация проходит в форме экзамена. При полностью выполненных заданиях и ответах на вопросы студент может получить максимальную оценку «отлично».

Задачи промежуточной аттестации:

1. определение уровня усвоения учебной дисциплины;
2. определение уровня сформированности элементов профессиональных компетенций.

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства для проверки знаний (1-й этап)	Оценочные средства для проверки умений (2-й этап)	Оценочные средства для проверки владений (навыков) (3-й этап)
1.	Наружные и внутренние электрические сети	ПК-8	п. 4.1.1	п. 4.2.1	п. 4.3.1
2.	Рабочие и аварийные режимы сельских электрических сетей	ПК-8	п. 4.1.2	п. 4.2.2	п. 4.3.2
3.	Аппараты и оборудование систем сельского электроснабжения	ПК-8	п. 4.1.3	п. 4.2.3	п. 4.3.3
4.	Релейная защита и автоматика систем сельского электроснабжения	ПК-8	п.4.1.4	п. 4.2.4	п. 4.3.4
5.	Основные показатели, проектирование и эксплуатация систем сельского электроснабжения	ПК-8	п.4.1.5	п. 4.2.5	п. 4.3.5

1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Перечень профессиональных компетенций и этапы их формирования

Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		Знать (1-й этап)	Уметь (2-й этап)	Владеть (3-й этап)
ПК-8	готовность к профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок	основные методы расчета рабочих и аварийных режимов работы электрических сетей, базовые правила эксплуатации электрооборудования подстанций и сетей	применять методы расчета рабочих и аварийных режимов работы электрических сетей, качества продукции и электрооборудования	современными методами определения параметров рабочих и аварийных режимов работы электрических сетей и состояния электрооборудования

Согласно Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» (уровень бакалавриата) областью профессиональной деятельности выпускника включает эффективное использование и сервисное обслуживание средств электрификации и автоматизации технологических процессов при производстве, хранении и переработке продукции растениеводства и животноводства; разработку технических средств для технологической модернизации сельскохозяйственного производства.

Бакалавр должен быть готов к выполнению задач по следующим видам деятельности:

- монтаж, наладка и поддержание режимов работы электрифицированных и автоматизированных сельскохозяйственных технологических процессов, машин и установок, в том числе работающих непосредственно в контакте с биологическими объектами;
- техническое обслуживание, ремонт электрооборудования, энергетических сельскохозяйственных установок, средств автоматики и связи, контрольно-измерительных приборов, микропроцессорных средств и вычислительной техники;
- эксплуатация систем электро-, тепло-, водоснабжения;
- организация работ по применению ресурсосберегающих машинных технологий для производства и первичной переработки сельскохозяйственной продукции;
- участие в проектировании технических средств, систем электрификации и автоматизации технологических процессов и объектов инфраструктуры сельскохозяйственных предприятий;
- участие в стандартных и сертификационных испытаниях сельскохозяйственной техники, электрооборудования и средств автоматизации; участие в разработке новых машинных технологий и технических средств;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть основными требованиями, характеризующими профессиональную деятельность бакалавров.

Знать:

- основные законы преобразования электрической энергии;
- современные способы разработки оборудования и изделий из них с заданным уровнем эксплуатационных свойств;
- методы воздействия и обработки заготовок для изготовления деталей заданной формы и качества, их технологические особенности.

Уметь:

- оценивать и прогнозировать состояние материалов;
- выбирать рациональный способ получения заготовок, исходя из заданных эксплуатационных свойств;
- применять средства измерения для контроля качества продукции и технологических процессов;

Владеть:

- опытом выполнения эскизов и технических чертежей деталей и сборочных единиц машин;
- методикой выбора конструкционных материалов для изготовления элементов машин и механизмов;
- средствами и методами повышения безопасности и экологичности технических средств и технологических процессов.

2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

Показателями уровня освоенности компетенций на всех этапах их формирования являются:

1-й этап (уровень знаний):

- Умение отвечать на основные вопросы и тесты на уровне понимания сути – удовлетворительно (3).
- Умение грамотно рассуждать по теме задаваемых вопросов – хорошо (4)
- Умение формулировать проблемы по сути задаваемых вопросов – отлично (5)

2-й этап (уровень умений):

- Умение решать простые задачи с незначительными ошибками - удовлетворительно (3).
- Умение решать задачи средней сложности – хорошо (4).
- Умение решать задачи повышенной сложности, самому ставить задачи – отлично (5).

3-й этап (уровень владения навыками):

- Умение формулировать и решать задачи из разных разделов с незначительными ошибками - удовлетворительно (3).
- Умение находить проблемы, решать задачи повышенной сложности – хорошо (4).
- Умение ставить задачи, находить недостатки и ошибки в решениях – отлично (5).

Содержание компетенции (или ее части)	Совокупность ожидаемых результатов образования студентов в форме компетенций по завершении освоения дисциплины	Содержание оценочных заданий для выявления сформированности компетенций у студентов по завершении освоения дисциплины (уровень освоения)		
		Удовлетворительно (3)	Хорошо (4)	Отлично (5)
готовность к профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок (ПК-8)	Знать (1-й этап): основные методы расчета рабочих и аварийных режимов работы электрических сетей, базовые правила эксплуатации электрооборудования подстанций и сетей	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает

	<p>Уметь (2-й этап): применять методы расчета рабочих и аварийных режимов работы электрических сетей, качества продукции и электрооборудования</p>	<p>Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, при ответе на поставленный вопрос. Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильно формулировки методов расчета.</p>	<p>Содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает методы расчета.</p>	<p>Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Выполнены все предусмотренные программой обучения задания.</p>
	<p>Владеть (3-й этап): современными методами определения параметров рабочих и аварийных режимов работы электрических сетей и состояния электрооборудования</p>	<p>Содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, задания выполнены, но в них имеются ошибки, при решении задач и при ответе на поставленный вопрос обучающийся допускает неточности.</p>	<p>Содержание дисциплины освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, Обучающийся твердо знает методы расчета и определения режимных характеристик..</p>	<p>Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Сформированы практические компетенции. Умеет тесно увязывать теорию с практикой.</p>

3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

а) для входного контроля (ВК):

1. Назначение проводов, изоляторов и опор воздушной ЛЭП.
2. Как определить активное сопротивление R проводника, по которому протекает ток I и падение напряжения на котором равно U .
3. Для чего деревянные опоры воздушной линии подвергают пропитке антисептиками?
4. Каким образом можно выполнить проводку в помещении с кирпичными стенами?
5. Перечислите защитные аппараты, которые можно использовать для квартирной электропроводки.
6. Чем отличается изолированный провод от неизолированного (голого)?
7. Чем отличается ток короткого замыкания от рабочего тока?
8. Для чего заземляют металлические корпуса электрооборудования?
9. Каким образом электроэнергия, вырабатываемая на электростанции, доставляется до потребителя?
10. Как понижают или повышают напряжение в электрической сети?

б) для текущей успеваемости (ТАт):

Модуль 1. Наружные и внутренние электрические сети

1. Назовите марки проводов для воздушных линий.
2. Сопоставьте медь, алюминий и сталь по физическим свойствам, назовите их преимущества и недостатки.
3. Как устроены самонесущие изолированные провода?
4. Каково устройство кабеля?
5. Какие типы изоляторов применяют в воздушных линиях различных классов напряжений?
6. Назовите типы опор воздушных линий.
7. Каковы способы пропитки деревянных опор?
8. Что такое габарит линии, стрела провеса?
9. Как определяют режим, когда механическое напряжение в проводе максимально?
10. Что такое временное сопротивление материала?
11. От каких параметров зависит внешнее индуктивное сопротивление воздушной линии?
12. Каков порядок монтажа воздушной линии?
13. Какие бывают способы исполнения нейтрали электрических сетей различных классов напряжений?
14. Назовите основные правила выполнения вводов в здание.
15. Перечислите известные типы помещений.
16. Назовите марки кабелей и расшифруйте их.
17. Как проводят монтаж внутренних проводок?
18. Перечислите возможные способы прокладки кабелей.

Модуль 2. Рабочие и аварийные режимы сельских электрических сетей

1. Что такое время использования максимальной нагрузки и время максимальных потерь?
2. Как определить электрическую нагрузку на вводе в жилой дом?
3. Поясните, как рассчитать электрическую нагрузку на шинах подстанции, на участке линии электропередачи.
4. Поясните, как определить расчетную максимальную нагрузку линий с сезонными потребителями.

5. Как рассчитать электрическую нагрузку сельскохозяйственного района на перспективу 10 лет?
6. Что такое магистральный принцип построения сети?
7. Каков нормативный метод выбора площадей поперечного сечения внутренней проводки?
8. Что такое техническое ограничение с точки зрения надежности при выборе площадей поперечного сечения проводов для ВЛ 10 кВ?
9. Как проверяют обеспечение качества электроэнергии у потребителей по напряжению?
10. Что такое плавкий предохранитель, как его выбирают для защиты внутренней проводки?
11. Расскажите об экономической плотности тока. От каких параметров она зависит?
12. Каков порядок расчета проводов магистральным методом?
13. У каких проводов активное и внутреннее индуктивное сопротивления зависят от тока?
14. Перечислите преимущества замкнутых сетей.
15. Каков порядок расчета линий с двухсторонним питанием?
16. Какую линию называют замкнутой?
17. Напишите формулу баланса токов (мощностей) источника питания и потребителей для линии с двухсторонним питанием.
18. Каков порядок выбора площади сечения проводов в линиях с двухсторонним питанием?
19. Перечислите способы преобразования сложных замкнутых сетей в линию с двухсторонним питанием.
20. Что такое точка токораздела в линиях с двухсторонним питанием?
21. Дайте определение падения и потери напряжения.
22. Какова формула потерь напряжения в трехфазной линии переменного тока?
23. Что такое продольная составляющая падения напряжения?
24. Как устроена трехфазно-однофазная сеть?
25. Каков порядок составления таблиц отклонения напряжения?
26. Как проверить сеть на глубину провала напряжения при пуске электродвигателя?
27. Назовите средства регулирования напряжения.
28. Назовите вертикальные удельные механические нагрузки на провод в пролете.
29. Как определить режим максимального механического напряжения в проводе в пролете?
30. Что такое критическая температура и как её используют при определении максимальной стрелы провеса провода в пролете?
31. В чем состоит метод предельных состояний при механическом расчете опор?
32. На каком основании можно сделать вывод об устойчивости и прочности опоры?
33. Что такое токи короткого замыкания?
34. Перечислите причины коротких замыканий и их виды.
35. Каков порядок расчета токов короткого замыкания в именованных единицах?
36. Каков порядок расчета токов короткого замыкания в относительных базисных единицах?
37. Расскажите о расчете токов короткого замыкания по расчетным кривым.
38. Напишите общий вид формулы несимметричных коротких замыканий.
39. Каков порядок расчета токов короткого замыкания от энергосистем неограниченной мощности?
40. Как защищают электроустановки от прямых ударов молнии?
41. Расскажите об устройстве трубчатых разрядников.
42. Каково устройство вентильных разрядников?
43. Как устроены ограничители перенапряжения ОПН?
44. Объясните схемы защиты электроустановок от перенапряжений.

Модуль 3. Аппараты и оборудование систем сельского электроснабжения

1. Перечислите мероприятия, применяемые для нормальной работы подвижных размыкаемых контактов.
2. Назовите способы гашения электрической дуги.
3. Чем отличаются по назначению и устройству разъединители, выключатели нагрузки и выключатели?

4. Как можно отключить районную трансформаторную подстанцию от системы с помощью отделителя и короткозамыкателя?
5. Назовите виды погрешностей измерений, проводимых с помощью трансформаторов тока и напряжения.
6. Каковы принципы выбора электрической аппаратуры?
7. Что такое трансформаторная подстанция? Какие типы подстанций применяют в системах сельского электроснабжения?
8. Назовите тип подстанций по способу их присоединения к питающей сети. Какие схемы электрических соединений применяют на стороне высшего напряжения подстанции?
9. Каково конструктивное исполнение распределительных устройств напряжением 35-110 кВ подстанций сельских районов?
10. Какие электрические аппараты используют в схемах потребительских подстанций напряжением 10/0,38 кВ?
11. Какую аппаратуру размещают в РУ напряжением 0,38 кВ потребительской подстанции?
12. Как выбрать число агрегатов на ДЭС?
13. Каковы принципы выбора электрических схем ДЭС?
14. Назовите степени автоматизации ДЭС и процессы автоматизации.
15. В чем состоит принцип регулирования стока, позволяющий увеличить мощность ГЭС?
16. Поясните преимущества объединения ДЭС и ГЭС в систему.
17. Перечислите основные отличия резервных ДЭС от ДЭС, применяемых в качестве основного источника энергии.
18. Как выбрать мощность резервной ДЭС?
19. Какие параметры контролируют при работе дизель - агрегата резервной ДЭС?
20. Укажите ориентировочное число часов работы резервной ДЭС в год на объектах сельского хозяйства.

Модуль 4. Релейная защита и автоматизация систем сельского электроснабжения

1. Объясните назначение релейной защиты и автоматики в системах электроснабжения. Назовите основные требования к устройствам релейной защиты и её выполнения.
2. Какие типы защит используют для силовых трансформаторов?
3. Какие устройства защиты применяют в сетях напряжением 0,38 кВ?
4. Назовите виды устройств автоматики, применяемых в системах электроснабжения.
5. Объясните принципы построения микропроцессорных устройств защиты и автоматики.

Модуль 5. Основные показатели, проектирование и эксплуатация систем сельского электроснабжения

1. Перечислите основные показатели качества электроэнергии.
2. Что такое отклонение напряжения?
3. Расскажите о надежности электроснабжения.
4. Назовите потребителей электроэнергии, отнесенных к первой категории по надежности электроснабжения.
5. Каковы нормы надежности электроснабжения на сегодня?
6. Назовите средства и мероприятия по повышению надежности электроснабжения.
7. Что такое дисконтированные затраты?
8. Перечислите составляющие издержек.
9. Какие мероприятия по рациональному использованию электроэнергии приводят к экономическому эффекту?
10. Назовите исходные данные для проектирования сельских электрических сетей. Какие при этом выполняют расчеты?
11. В каких случаях при проектировании РТП следует предусматривать к установке два трансформатора?
12. Как при проектировании рекомендуется выполнять схемы электрических сетей 10 кВ?

13. Перечислите средства повышения надежности электроснабжения, устанавливаемые на линиях 10 кВ.
14. Как выбирают число и места установки средств повышения надежности электроснабжения на линиях 10 кВ?
15. В какой последовательности выполняют монтаж воздушных ЛЭП напряжением до 1 кВ?
16. Какова технология прокладки кабельных линий электропередачи?
17. Перечислите основные задачи эксплуатации электрических сетей.
18. Как выполняют ремонтные работы на ЛЭП?
19. Назовите организации, проводящие эксплуатацию и ремонт электрических сетей.

в) для промежуточной аттестации (ПрАт):

1. К нетрадиционным и возобновляемым источникам энергии относят...
2. Расчетные нагрузки крупных животноводческих комплексов определяют...
3. Коэффициентом использования называют отношение...
4. Расчетная электрическая нагрузка – это...
5. Расчетные активные нагрузки трех коммунально-бытовых потребителей ($P_1 < P_2 > P_3$) суммируют по формуле...
6. Суммарная расчетная активная нагрузка потребительской подстанции при смешанном характере нагрузки четырех подключенных к ней потребителей ($P_1 > P_2 > P_3 > P_4$) определяется по формуле...
7. Технические потери электроэнергии определяются как...
8. Коммерческие потери электроэнергии определяются как...
9. В системе сельского электроснабжения к распределительным сетям среднего напряжения относятся электрические сети напряжением...
10. Режим изолированной от земли нейтрали применяется в электрических сетях напряжением...
11. Самонесущие изолированные провода для воздушных линий напряжением 0,38 кВ в сравнении с неизолированными проводами того же сечения имеют меньшее удельное индуктивное сопротивление, так как...
12. Среднее геометрическое расстояние между проводами трехпроводной воздушной линии определяется по формуле...
13. Стержневые и подвесные изоляторы для крепления проводов воздушных линий электропередач изготавливают из...
14. Средний срок службы опор из непропитанной древесины лиственницы составляет...
15. Минимальные сечения проводов (марки АС) распределительной сети напряжением 10 кВ, построенной по магистральному принципу, составляют...
16. Время потерь – это...
17. Потери электроэнергии в линии для варианта равномерно распределенной вдоль линии нагрузки, ... чем для варианта с той же нагрузкой, приложенной в конце линии.
18. Допустимая температура нагрева токопроводящих жил проводов и кабелей с резиновой изоляцией составляет...
19. Потеря напряжения на участке линии АВ – это...
20. Отклонение напряжения в точке А линии – это...
21. Падение напряжения на участке линии АВ – это...
22. Режим встречного регулирования на шинах низшего напряжения РТП 35/10 кВ позволяет...
23. Режим стабилизации на шинах низшего напряжения РТП 35/10 кВ применяют...
24. Постоянная (конструктивная) надбавка напряжения в трансформаторе потребительской подстанции обеспечивается...
25. Переменная (регулируемая) надбавка напряжения в трансформаторе потребительской подстанции обеспечивается...
26. Допустимая потеря напряжения в сети 0,38 кВ определяется как...

27. В сельских электрических сетях напряжением 0,38-10 кВ уровень напряжения можно регулировать...
28. Суммарная удельная механическая нагрузка на провода воздушной линии электропередачи определяется...
29. Однофазные короткие замыкания (короткие замыкания на землю) происходят в сетях напряжением...
30. В сетях напряжением 6, 10 и 35 кВ ток замыкания на землю можно уменьшить...
31. Комплектная потребительская ТП 10/0,4 кВ имеет вентильные разрядники на стороне 10 кВ и на стороне 0,38 кВ, которые предназначены для защиты от...
32. Переходное электрическое сопротивление контактов коммутационного аппарата определяется...
33. В сетях напряжением 10 кВ ток нагрузки можно отключать следующими коммутационными аппаратами...
34. В установках компенсации реактивной мощности конденсаторы для получения максимальной реактивной мощности включаются...
35. Аварийное отключение линий 0,38 кВ, отходящих от КТП 10/0,4 кВ, при перегрузке трансформатора и несанкционированном открывании двери РУ 0,38 кВ осуществляется воздействием на...
36. Соединение трансформаторов тока и реле по схеме неполной звезды целесообразно применять для защит линий напряжением...
37. Зона действия продольной дифференциальной токовой защиты трансформатора определяется...
38. Аварийное отключение линий 0,38 кВ, отходящих от КТП 10/0,4 кВ, при удаленных коротких замыканиях на землю осуществляется при помощи...
39. В качестве коммутационных аппаратов в ОРУ 35-110 кВ применяются...
40. К подстанционной автоматике относятся...

Структура курсовой работы

Предусматривает выполнение следующих разделов:

1. Расчет электрических нагрузок населенного пункта.
2. Определение мощности и числа трансформаторных подстанций.
3. Электрический расчет воздушной линии напряжением 10 кВ.
4. Составление таблицы отклонений напряжения.
5. Электрический расчет линии напряжением 0,38 кВ.
6. Конструктивное выполнение ВЛ 0,38 кВ, ВЛ 10 кВ и подстанции 10/0,38 кВ.
7. Расчет токов короткого замыкания.
8. Выбор оборудования подстанции.
9. Технико-экономическая часть.

Вопросы для подготовки к зачету

1. Особенности систем электроснабжения сельских районов. Электрические сети: питающие, распределительные, глубокий ввод.
2. Электрические станции: тепловые, гидравлические и атомные.
3. Электрические нагрузки сельскохозяйственных потребителей. Расчетные нагрузки и расчетный период. Графики нагрузки: суточные, годовые, по продолжительности.
4. Расчёт электрических нагрузок сельскохозяйственных потребителей с использованием коэффициента одновременности и табличных добавок.
5. Расчёт электрических нагрузок по их вероятностным характеристикам с использованием методики АО «РОСЭП».
6. Нагрузки комплексов по промышленному производству сельскохозяйственной продукции.

7. Отклонение напряжения в электрической сети. Связь с потерями напряжения. Влияние различных элементов электроустановок на отклонения напряжения в сети.
8. Падение и потеря напряжения в сетях переменного тока.
9. Порядок расчета электрических сетей по потере напряжения при постоянном сечении проводов.
10. Порядок расчёта электрических сетей по потере напряжения при постоянной плотности тока в проводах.
11. Порядок расчета электрических сетей по условию наименьшего расхода цветного металла.
12. Расчёт потери напряжения в разомкнутых трехфазных сетях с неравномерной нагрузкой фаз при соединении однофазных нагрузок в треугольник.
13. Расчёт потери напряжения в разомкнутых трехфазных сетях с неравномерной нагрузкой фаз при соединении однофазных нагрузок в звезду.
14. Частные случаи расчета потери напряжения в разомкнутых трехфазных сетях с неравномерной нагрузкой фаз.
15. Замкнутые электрические сети. Основные виды. Достоинства и недостатки. Расчет сложных замкнутых сетей методом преобразований.
16. Расчёт линии с двусторонним питанием.
17. Трехфазно - однофазные электрические сети.
18. Длительно допустимый ток нагрузки на неизолированные провода. Изолированные провода и кабели при расчете проводов и кабелей по нагреву.
19. Выбор плавких предохранителей и сечений проводов и кабелей по нагреву.
20. Выбор автоматических выключателей и сечений проводов и кабелей по нагреву.
21. Потери мощности и энергии в трансформаторах.
22. Способы определения потерь энергии в линиях электропередачи: для нагрузки в конце участка линии и при равномерном распределении нагрузки вдоль участка линии.
23. Время использования максимальной нагрузки при передаче электроэнергии по ЛЭП.
24. Порядок расчета экономического сечения проводов сельских воздушных ЛЭП напряжением 0,38-10 кВ.
25. Расчёт электрических сетей по экономическим показателям: экономическое сечение проводов воздушной ЛЭП, экономическая плотность тока, экономические интервалы нагрузок.
26. Средний квадратичный ток при передаче электроэнергии по ЛЭП.
27. Время максимальных потерь при передаче электроэнергии по ЛЭП.
28. Провода и кабели для наружных электрических сетей.
29. Изоляторы воздушных линий электропередачи.
30. Опоры воздушных линий электропередачи.
31. Активное и индуктивное сопротивление проводов воздушных линий электропередачи.
32. Основные положения ПУЭ по защите внутренних электрических сетей от перегрузок.
33. Определение допустимой потери напряжения в электрической сети: исходные данные и порядок составления таблицы отклонений напряжения при питании от шин РТП 35/10 кВ.
34. Проверка сети на кратковременные понижения напряжения при пуске электродвигателей.
35. Регулирование напряжения в сельских сетях сетевыми регуляторами напряжения.
36. Регулирование напряжения генераторов сельских электростанций.
37. Регулирование напряжения в сельских сетях конденсаторами, включаемыми последовательно и параллельно.
38. Режимы нейтрали сельских электрических сетей. Основные виды, причины и последствия коротких замыканий. Допущения при расчётах токов коротких замыканий.
39. Начальный период короткого замыкания. Ударный ток. Общее сопротивление генератора: сверхпереходное, переходное и установившееся.
40. Составление расчётной схемы и схемы замещения при расчете токов короткого замыкания.
41. Расчёт токов короткого замыкания в именованных единицах.
42. Расчет токов короткого замыкания в относительных единицах.

43. Расчет токов несимметричных коротких замыканий.
44. Определение токов короткого замыкания в сельских сетях напряжением 0,38 кВ.
45. Замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью.
46. Определение механических нагрузок на провода и механический расчет проводов воздушных линий.
47. Механический расчет опор воздушных линий.
48. Механизм образования электрических зарядов в облаках и атмосферных перенапряжений.
49. Электрические параметры молнии. Прямой удар. Электростатическая и электромагнитная индукция. Занос высокого потенциала.
50. Защита от прямых ударов молнии.
51. Защита от наведенных перенапряжений.
52. Защита сельских электроустановок от атмосферных перенапряжений.

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Максимальная токовая защита (МТЗ).
2. Токовая отсечка (ТО).
3. Направленная МТЗ.
4. Продольная дифференциальная токовая защита.
5. Автоматическое повторное включение (АПВ).
6. Автоматическое включение резерва (АВР).
7. Автоматическое регулирование возбуждения (АРВ) генераторов с токовым компаундированием.
8. АРВ с фазовым компаундированием.
9. Автоматическая форсировка возбуждения (АФВ) генераторов.
10. Автоматическое гашение поля (АГП) генераторов.
11. Синхронизация генераторов.
12. Устройства для определения мест повреждения на ВЛ.
13. Сельские электрические станции.
14. Трансформаторные подстанции (ТП) 10/0,4 кВ.
15. Надёжность электроснабжения.
16. Основные положения технико-экономических расчётов. Стоимость электрических сетей.
17. Годовые эксплуатационные расходы на электрические сети.
18. Затраты на производство и передачу электрической энергии.
19. Технико-экономическое обоснование средств повышения надёжности (СПН) электроснабжения.
20. Новые энергосберегающие электрифицированные технологии, процессы, системы.
21. Новые энергосберегающие установки, энергетическое оборудование, технические средства.
22. Качество ЭЭ.
23. Основные составляющие Системы энергосбережения.
24. Нормы расхода и учёт ЭЭ.
25. «Норма надёжности» электроснабжения.
26. Классификация приводов к коммутационной аппаратуре.
27. Защита трансформаторов.
28. Защита генераторов малой мощности.
29. Трансформаторы тока в схемах релейной защиты.
30. Устройство и работа реле разных типов.
31. Основы горения и гашения электрической дуги.
32. Автоматические воздушные выключатели.
33. Плавкие предохранители.
34. Масляные и безмасляные выключатели.

35. Разъединители, короткозамыкатели и отделители.
36. Конденсаторы в электроустановках до и выше 1 кВ.
37. Выбор электрической аппаратуры.
38. Измерительные трансформаторы.
39. Источники оперативного тока.
40. Коэффициент чувствительности токовой отсечки.
41. Привести примеры защит с абсолютной и относительной селективностью.
42. Какая МТЗ называется резервной?
43. Какая МТЗ называется основной?
44. Достоинства и недостатки МТЗ.
45. Типы реле, используемые в схемах МТЗ на переменном оперативном токе.
46. Порядок построения карты селективности МТЗ.
47. Коэффициент чувствительности МТЗ.
48. Как определяется выдержка времени МТЗ?
49. Условия согласования МТЗ.
50. Основные параметры срабатывания МТЗ.
51. Переходное сопротивление электрического контакта.
52. Классификация электрических контактов.
53. Основные требования, предъявляемые к электрическим контактам. В чём заключается их противоречивость?
54. Как устроены контакты из металлокерамики?
55. Составные элементы стационарных ДЭС.
56. Составные элементы сельских ГЭС.
57. Классификация ТП по способу присоединения к сети высшего напряжения.
58. Технические мероприятия по повышению качества напряжения.
59. Основные технические мероприятия, повышающие надёжность электроснабжения.
60. Как устроена двойная контактная система?
61. Дать характеристику электроприёмникам первой категории надёжности электроснабжения.
62. Классификация и основные параметры реле.
63. Дать характеристику электроприёмникам второй и третьей категорий надёжности электроснабжения.
64. Основные конструкции контактов.
65. Защита сетей напряжением 0,38 кВ.
66. Классификация устройств АПВ.
67. Общие требования к релейной защите.
68. Требования к устройствам АВР.
69. Выбор схем электрических линий и трансформаторных подстанций.
70. Обеспечение нормативных уровней надёжности электроснабжения при проектировании.
71. Проектирование электропроводок в производственных и общественных зданиях.
72. Монтаж воздушных и кабельных линий, трансформаторных подстанций.
73. Основные задачи эксплуатации электрических сетей.
74. Эксплуатация воздушных электрических сетей.
75. Ремонт воздушных электрических сетей.
76. Организация эксплуатации и ремонта электрических сетей.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

4.1 Знания, приобретаемые в ходе изучения дисциплины (1-й этап)

4.1.1 Модуль 1. Наружные и внутренние электрические сети

1. Провода, кабели, изоляторы и опоры воздушных линий. Вводы в здания.
2. Активные и индуктивные сопротивления проводов.
3. Особенности выполнения воздушных линий электропередач.
4. Схемы и классификация электрических сетей. Режимы нейтрали электрических сетей.
5. Классификация помещений, виды и особенности электропроводок.
6. Выбор марок проводов и кабелей. Прокладка кабелей.

4.1.2 Модуль 2. Рабочие и аварийные режимы сельских электрических сетей

1. Электрические нагрузки потребителей.
2. Методы расчета электрических нагрузок.
3. Методы электрического расчета сетей по экономическим показателям.
4. Методы электрического расчета сетей по потере напряжения.
5. Падение и потеря напряжения в сетях с равномерной и неравномерной нагрузкой фаз.
6. Электрический расчет замкнутых сетей.
7. Регулирование напряжения в сельских электрических сетях.
8. Механический расчет воздушных ЛЭП.
9. Токи короткого замыкания в электрических сетях.
10. Методы расчета токов короткого замыкания.
11. Перенапряжения и защита от них.

4.1.3 Модуль 3. Аппараты и оборудование систем сельского электроснабжения

1. Электрическая аппаратура в системах сельского электроснабжения.
2. Сельские трансформаторные подстанции.
3. Сельские электрические станции.
4. Резервные электростанции.

4.1.4 Модуль 4. Релейная защита и автоматизация систем сельского электроснабжения

1. Назначение, характеристика и средства релейной защиты.
2. Схемы защит в системах сельского электроснабжения.
3. Автоматика сельских подстанций.
4. Автоматика сельских электростанций.
5. Устройства для определения мест повреждения на воздушных ЛЭП.
6. Микропроцессорные релейная защита, управление и автоматика.

4.1.5 Модуль 5. Основные показатели, проектирование и эксплуатация систем сельского электроснабжения

1. Качество электрической энергии и надежность электроснабжения.
2. Техно-экономическая оценка эффективности сельского электроснабжения.
3. Проектирование систем сельского электроснабжения.
4. Эксплуатация и ремонт установок сельского электроснабжения.

4.2 Умения, приобретаемые в ходе изучения дисциплины (2-й этап)

4.2.1 Модуль 1. Наружные и внутренние электрические сети

1. Анализ и сравнение достоинств и недостатков различных типов проводов и кабелей.
2. Оценка эксплуатационных характеристик разных типов вводов в здания.
3. Методика расчета активных и индуктивных сопротивлений проводов и кабелей.
4. Условия выбора вида электропроводок для различных помещений.

5. Порядок выбора марки провода и кабеля для внутренней электропроводки.

4.2.2 Модуль 2. Рабочие и аварийные режимы сельских электрических сетей

1. Порядок определения расчетной нагрузки с помощью коэффициента одновременности и по табличным добавкам.

2. Методика расчета электрических сетей по экономическим показателям.

3. Порядок электрического расчета сетей по потере напряжения.

4. Методика определения падения и потери напряжения в сетях с равномерной и неравномерной нагрузкой фаз.

5. Порядок построения таблицы отклонений напряжения для определения допустимой потери напряжения в линии 0,38 кВ.

6. Методика расчета токов короткого замыкания в электрических сетях в относительных и именованных единицах.

4.2.3 Модуль 3. Аппараты и оборудование систем сельского электроснабжения

1. Порядок выбора аппаратуры и оборудования для систем сельского электроснабжения.

2. Анализ принципиальной электрической схемы РУ 0,38 кВ потребительской подстанции.

3. Режимы работы сельских электрических станций.

4. Дать характеристику 1, 2 и 3 степеням автоматизации резервных электростанций.

4.2.4 Модуль 4. Релейная защита и автоматизация систем сельского электроснабжения

1. Привести марки основных электромеханических, индукционных и полупроводниковых реле.

2. Основные виды токовых защит в системе сельского электроснабжения.

3. Пояснить назначение и особенности работы АПВ и АВР для подстанций и линий электропередачи.

4. Обосновать назначение и особенности работы АРВ, АФВ и АГП генераторов электростанций.

5. Пояснить принципы работы основных устройств для определения места короткого замыкания и места замыкания на землю в электрических сетях.

6. Дать характеристику основным возможностям микропроцессорного терминала серии SPAC 800.

4.2.5 Модуль 5. Основные показатели, проектирование и эксплуатация систем сельского электроснабжения

1. Оценка надежности систем электроснабжения с помощью «нормы надежности».

2. Назовите основные мероприятия по снижению потерь электроэнергии в системе сельского электроснабжения.

3. Методика проектирования электропроводок в производственных и общественных зданиях.

4. Виды и порядок ремонта воздушных линий под напряжением.

4.3 Навыки, приобретаемые в ходе изучения дисциплины (3-й этап)

4.3.1 Модуль 1. Наружные и внутренние электрические сети

1. Рассчитать полное удельное индуктивное сопротивление (X_0) проводов воздушной линии. Исходные данные: марка проводов – ПС 25; среднее геометрическое расстояние между проводами – 2000 мм; расчетный диаметр провода – 6,8 мм; $\mu=1000$.

2. Для проводов воздушной линии расчетным путем найти удельное индуктивное сопротивление (X_0) при следующих исходных данных: марка проводов – А 25; среднее геометрическое расстояние между проводами – 400 мм; расчетный диаметр провода – 6,4 мм.

4.3.2 Модуль 2. Рабочие и аварийные режимы сельских электрических сетей

1. Определить расчетную нагрузку вечернего максимума на головном участке неразветвленной воздушной линии напряжением 0,38 кВ (S_{0-1} , кВА) для однородных производственных потребителей (коровник и птицеферма). Коэффициент мощности потребителей принять равным 0,85. Исходные данные: $P_1=10$ кВт; $P_2=15$ кВт; $k_0=0,85$; $P_{доб.1}=6$ кВт; $P_{доб.2}=9,15$ кВт.

2. Расчетные нагрузки однородных потребителей: $P_1=15$ кВт, $P_2=10$ кВт, $P_3=5$ кВт. Определить суммарную расчетную нагрузку ($S_{ТП}$, кВА) трансформаторной подстанции, если $k_0=0,8$; $P_{доб.1}=9,15$ кВт; $P_{доб.2}=6,0$ кВт $P_{доб.1}=3,0$ кВт при коэффициенте мощности указанной группы потребителей равном 0,7.

3. Определить расчетное значение экономического сечения проводов ВЛ 35 кВ, выполненной сталеалюминевыми проводами, на головном участке линии (0-1). Коэффициент мощности нагрузок равен 0,8. Экономическую плотность тока принять равной 1,1 А/мм². Длины участков линии равны $l_{0-1}=10$ км, $l_{1-2}=15$ км. Активная мощность нагрузки в узлах линии равна $P_1=1000$ кВт, $P_2=1600$ кВт. Сечение проводов на участках линии разное. Коэффициент одновременности принять равным единице.

4. По заданному годовому графику квадрата тока нагрузки линии электропередачи определить время (τ) максимальных потерь.

5. Определить потерю напряжения для заданной схемы линии напряжением 10 кВ. Принять: $X_0=0,4$ Ом/км; $R_{0 АС50}=0,6$ Ом/км; $R_{0 АС35}=0,8$ Ом/км. Коэффициент одновременности принять равным единице.

6. Для приведенной схемы линии электропередачи определить сечение провода по допустимой потере напряжения ($F=\text{const}$ вдоль линии) при следующих исходных данных: $\Delta U_{доп}=8\%$, $U_{ном}=35$ кВ, провод марки АС. Принять коэффициент одновременности равным единице, $X_0=0,4$ Ом/км; $\gamma = 0,032$ км/Ом*мм².

7. Определить оптимальную надбавку трансформатора и построить таблицу отклонений напряжения для ТП для представленной схемы электроснабжения. Исходные данные представлены в таблице.

Отклонение напр. на Ш10 кВ РТП, 100% нагр.	Отклонение напр. на Ш10 кВ РТП, 25% нагр.	Потеря напр. в ВЛ10 кВ, 100% нагр.	Потеря напр. в тр-ре ТП, 100% нагр.	Отклонение напр. у уд. потребителя, 100% нагр.
+3,5%	0%	-4,8%	-4,6%	-5%

8. Вычислить величину однофазного тока короткого замыкания $I_K^{(1)}$ в конце воздушной линии напряжением 0,38 кВ, выполненной проводом 4А25.

Исходные данные для расчета:

Полное сопр. тр-ра току замык. на корпус, Ом	Длина ВЛ 0,38 кВ, км	Уд. активное сопр. проводов ВЛ, Ом/км	Уд. инд. сопр. петли «фаза-нуль», Ом/км
1,63	0,5	1,14	0,6

4.3.3 Модуль 3. Аппараты и оборудование систем сельского электроснабжения

1. Выбрать номинальный ток плавкой вставки предохранителей для питания щита 0,38 кВ, к которому подключены двигатели мощностью $P_1=9$ кВт, $P_2=8$ кВт, $P_3=7$ кВт и $P_4=6$ кВт, имеющие кратность пускового тока $K_n=7$, коэффициент загрузки $K_3=1$. КПД (0,95) и $\cos \phi$ (0,9) всех двигателей одинаковы. Коэффициент одновременности $m=0,9$. Условия пуска двигателей нормальные ($\alpha=2,5$). Результаты расчета токов округлить до десятых долей ампера.

2. Пользуясь принципиальной схемой потребительской подстанции пояснить особенности работы защиты от несанкционированного открывания двери шкафа РУ 0,38 кВ.

3. По каким параметрам выбираются и по каким параметрам проверяются выбранные короткозамыкатели и отделители.

4. Перечислить основные составные элементы третьего уровня автоматизации резервной дизельной электростанции.

4.3.4 Модуль 4. Релейная защита и автоматизация систем сельского электроснабжения

1. Дайте характеристику включения трансформаторов тока по схемам полной и неполной звезды для максимальной токовой защиты.

2. Как включить трансформаторы напряжения по схеме фильтра напряжений нулевой последовательности?

3. Поясните работу АПВ при работе комплекта ОД-КЗ.

4. Перечислите последовательность операций при включении синхронного генератора на параллельную работу с энергосистемой методом самосинхронизации.

5. Поясните работу многофункционального микропроцессорного блока БМРЗ-04.

4.3.5 Модуль 5. Основные показатели, проектирование и эксплуатация систем сельского электроснабжения

1. Количественно оценить и сравнить степень надежности двух предлагаемых вариантов схем сельского электроснабжения.

2. Выполнить расчет себестоимости передачи и распределения электрической энергии до шин 0,4 кВ для предложенного варианта системы сельского электроснабжения.

3. Перечислить основные задачи эксплуатации сельских электрических сетей.

Освоение основной образовательной программы сопровождается текущим контролем успеваемости и промежуточной аттестацией обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обучающихся является элементом внутривузовской системы контроля качества подготовки и способствует активизации познавательной деятельности обучающихся во время контактной работы обучающихся с преподавателем, так и во время самостоятельной работы. Текущий контроль осуществляется преподавателем и может проводиться в следующих формах: индивидуальный и (или) групповой опрос (устный или письменный) на занятиях; защита реферата; презентация проектов, выполненных индивидуально или группой обучающихся; анализ деловых ситуаций (анализа вариантов решения проблемы, обоснования выбора оптимального варианта решения, др.); тестирование (письменное или компьютерное); контроль самостоятельной работы студентов (в письменной или устной форме).

По итогам текущего контроля преподаватель отмечает обучающихся, проявивших особые успехи, а также обучающихся, не выполнивших запланированные виды работ.

Промежуточная аттестация призвана оценить компетенции, сформированные у обучающихся в процессе обучения и обеспечить контроль качества освоения программы. Для контроля результатов освоения обучающимися учебного материала по дисциплине, проверка и оценка знаний, полученных за семестр (курс), развития творческого мышления, приобретения навыков самостоятельной работы, умения применять теоретические знания при решении практических задач, оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированных компетенций обучающихся предусматривается экзамен.

Экзамен может быть проведен в устной форме, в форме письменной работы или тестирования. Экзамены оцениваются по четырехбалльной системе: **«отлично»**, **«хорошо»**, **«удовлетворительно»**, **«неудовлетворительно»**.

Отметка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если он усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, не

затрудняется с ответом при видоизменении вопросов, обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Отметка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Отметка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Отметка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы

Примеры экзаменационных билетов

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА
Кафедра «Электротехника, электрооборудование и электроснабжение»
Экзаменационный билет №1
по дисциплине Электроснабжение

- 1. Технико-экономическое обоснование средств повышения надежности электроснабжения.*
- 2. Электроэнергетическая система России. Системы электроснабжения сельских районов.*
- 3. Задача.*

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры
Заведующий кафедрой

Л.А. Пантелеева

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА
Кафедра «Электротехника, электрооборудование и электроснабжение»
Экзаменационный билет №2
по дисциплине Электроснабжение

- 1. Затраты на производство и передачу электрической энергии.*
- 2. Устройство наружных электрических сетей.*
- 3. Задача.*

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры
Заведующий кафедрой

Л.А. Пантелеева

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер изменения	Номер изменённого листа	Дата внесения изменения и номер протокола	Подпись ответственного за внесение изменений
1	19, 20, 22-25	20.09.2019 протокол № 2	<i>ЖН</i>
2	22-25, 37-46	29.09.2020 протокол № 2	<i>ЖН</i>
3	22-25	20.11.20 протокол № 5	<i>ЖН</i>
4	22-25, 37-46	31.08.21 протокол № 1	<i>ЖН</i>
5			
6			