


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

Пер. № Б-39-11

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


" 17 " 12 П.Б. Акмаров 2015 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Электроснабжение предприятий

Направление подготовки *«Теплоэнергетика и теплотехника»*

Профиль *«Энергообеспечение предприятий»*

Квалификация выпускника – *бакалавр*

Форма обучения – *очная, заочная*

Ижевск 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

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.....	7
5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	17
6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ	18
7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	27
8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	29
9 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (заочное отделение)	29

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «Электроснабжение предприятий»

Целью освоения дисциплины «Электроснабжение предприятий» формирование у студентов системы компетенций для решения профессиональных задач исследования, проектирования и эксплуатации установок сельского электроснабжения.

Задачи дисциплины:

- 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.

Область профессиональной деятельности бакалавров включает:

Область профессиональной деятельности бакалавров включает совокупность технических средств, способов и методов человеческой деятельности по применению теплоты, управлению ее потоками и преобразованию иных видов энергии в теплоту.

Объектами профессиональной деятельности бакалавров являются: тепловые и атомные электрические станции, системы энергообеспечения предприятий, объекты малой энергетики; установки, системы и комплексы высокотемпературной и низкотемпературной теплотехнологии; паровые и водогрейные котлы различного назначения; реакторы и парогенераторы атомных электростанций; паровые и газовые турбины; энергоблоки, парогазовые и газотурбинные установки; установки по производству сжатых и сжиженных газов; компрессорные, холодильные установки; установки систем кондиционирования воздуха; тепловые насосы; химические реакторы, топливные элементы, электрохимические энергоустановки; установки водородной энергетики; вспомогательное теплотехническое оборудование; тепло- и массообменные аппараты различного назначения; тепловые и электрические сети; теплотехнологическое и электрическое оборудование промышленных предприятий; установки кондиционирования теплоносителей и рабочих тел; технологические жидкости, газы и пары, расплавы, твердые и сыпучие тела как теплоносители и рабочие тела энергетических и теплотехнологических установок; топливо и масла; нормативно-техническая документация и системы стандартизации; системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике и теплотехнике.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

«Электроснабжение предприятий»

Дисциплина «Электроснабжение предприятий» входит в вариативную часть блока Б1.

Организация изучения дисциплины предусматривает чтение лекций, проведение практических и лабораторных занятий, самостоятельную работу студентов по темам дисциплины, курсовую работу.

Для изучения дисциплины «Электроснабжение предприятий» необходимы следующие знания, умения и навыки:

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.

Результаты изучения дисциплины должны способствовать освоению последующих специальных профессиональных дисциплин учебного плана.

Содержательно-логические связи дисциплины отражены в таблице 2.1

2.1 Содержательно-логические связи дисциплины (модуля) электроснабжение предприятий

Код дисциплины (модуля)	Содержательно-логические связи	
	название учебных дисциплин (модулей), практик	
	на которые опирается содержание данной учебной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной учебной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.В.1 3	Математика Физика Электротехника и электроника Электрические машины и аппараты Электротехнологии в теплоэнергетике; Электропривод; Электроника и микропроцессорная техника; Метрология, стандартизация и сертификация	Проектирование систем энергообеспечения Подготовка выпускной квалификационной задачи

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

«Электроснабжение предприятий»

3.1 Перечень общекультурных (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций

Но- мер/индекс компетен- ции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		Знать	Уметь	Владеть
ОПК-2	способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	основные законы естественнонаучных дисциплин, основные законы естествознания методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	базовыми знаниями в области естественнонаучных дисциплин
ПК -1	способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	Методы и способы сбора и анализа информации необходимой для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	Собирать необходимую информацию, анализировать исходные данные для проектирования энергообъектов в соответствии с нормативной документацией	базовыми знаниями сбора анализа и обработки информации

Согласно Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направления подготовки 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата) областью профессиональной деятельности выпускника включает исследование, проектирование, конструирование и эксплуатацию технических средств по производству теплоты, её применению, управлению ее потоками и преобразованию иных видов энергии в теплоту.

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

- монтаж, наладка и поддержание режимов работы процессов, машин и установок, в том числе работающих непосредственно в контакте с биологическими объектами;
- эксплуатация систем электро-, тепло-, водоснабжения;
- организация работ по применению ресурсосберегающих машинных технологий для производства и первичной переработки сельскохозяйственной продукции;
- участие в проектировании технических средств и объектов инфраструктуры сельскохозяйственных предприятий;
- участие в стандартных и сертификационных испытаниях сельскохозяйственной техники, тепло и газо 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 ПРЕДПРИЯТИЙ»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

Се- мест р	Все- го ча- сов	Ауди- тор- ных	Самост. работа	Лек- ций	Лабо- ратор- ных	Прак- тиче- ских	Промежуточная аттестация
5	72	44	28	20	12	12	Курс. работа Зачет
6	144	54	63	20	16	18	(27) Экзамен
Все- го	216	98	91	40	28	30	

4.1 Структура дисциплины

№ п/ п	Семестр	Недели семестра	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)						Форма: -текущего контроля успеваемо- сти, СРС (по неделям се- местра); - промежу- точной атте- стации (по семестрам) КРС
				всего	лекция	практические занятия	лаб. занятия	семинары	СРС	
1			Модуль 1. Структуры и па- раметры систем электро- снабжения.	16	6	2	2		6	
	5	1	1.1 Электрификация жизнедея- тельности человека.	2	2				1	Устный или письменный опрос
	5	2	1.2 Введение. Понятие процес- са электроснабжения и систе- мы электроснабжения ее место в электроэнергетике.	6	2	2			2	Устный или письменный опрос
	5	3	1.3 Общая характеристика си- стем электроснабжения объек- тов промышленных предприя- тий.	8	2		2		3	Устный или письменный опрос
2			Модуль 2. Расчетные элект- рические нагрузки электро- приемников, потребителей, элементов и узлов нагрузки систем электроснабжения	14	4	2	2		6	

	5	4	2.1 Понятие электрической нагрузки как случайного процесса. Расчетная нагрузка по нагреву основные понятия.	6	2	2		2	Устный или письменный опрос
	5	5	2.2 Методики определения величины расчетной нагрузки.	8	2		2	4	Устный или письменный опрос
3			Модуль 3. Схемные решения элементов систем электроснабжения	42	10	8	8	16	
	5	6	3.1 Центр электрического питания. Высоковольтная распределительная сеть.	8	2	2		4	Устный или письменный опрос
	5	7	3.2 Трансформаторные подстанции 10/0,4 кВ. Низковольтные распределительные сети.	8	2		2	4	Устный или письменный опрос
	5	8	3.3 Конструктивное исполнение электрических сетей	6	2	2		6	Устный или письменный опрос
	5	9	3.4 Выбор элементов системы электроснабжения	6	2		2	2	Курсовая работа
	5	10	3.5 Выбор электрических аппаратов.	4	2	2			Курсовая работа
		11		2			2		Курсовая работа
		12		2		2			Курсовая работа
		13		2			2		Курсовая работа
		14							Сдача курсовой работы
Промежуточная аттестация									Курсовая работа, зачет
Итого 5				72	20	12	12	28	
4			Модуль 4. Расчет токов коротких замыканий	34	6	4	4	20	Тестирование
	6	1	4.1 Общие сведения. Термические и электродинамические процессы в элементах систем электроснабжения.	9	2		2	5	Устный или письменный опрос
		2		2		2			Устный или письменный опрос
	6	3	4.2 Практические методы расчета токов КЗ. Параметры обратной и нулевой последовательности различных элементов ЭЭС	7	2			5	Устный или письменный опрос

		4		2		2				Устный или письменный опрос
	6	5	4.3 Проверка элементов систем электроснабжения на действия токов коротких замыканий. Параметры обратной и нулевой последовательности различных элементов ЭЭС, составление схем прямой, обратной и нулевой последовательностей. Методы расчета несимметричных КЗ.	14	2		2		10	Устный или письменный опрос
5			Модуль 5. Компенсация реактивной мощности.	34	6	4	4		20	
	6	6	5.1 Общие сведения. Проблема компенсации реактивной мощности в системах электроснабжения.	12		2			10	Устный или письменный опрос
		7		2	2					Устный или письменный опрос
	6	8	5.2 Экономические и технические характеристики различных видов компенсирующих устройств.	16		2	4		10	Устный или письменный опрос
		9		2	2					Устный или письменный опрос
		10	5.3 Источники реактивной мощности. Схемы и конструкции конденсаторных установок	2	2					Устный или письменный опрос
6	6		Модуль 6. Качество электроэнергии и его обеспечение в системах электроснабжения.	22	4	4	4		10	
	6	11	6.1 Показатели качества электроэнергии и их нормирование.	7	2				5	Устный или письменный опрос
		12		2		2				Устный или письменный опрос
	6	13	6.2 Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников. Регулирование показателей качества напряжения в системах электроснабжения объектов.	9	2		2		5	Устный или письменный опрос
		14		4		2	2			Устный или письменный опрос

	6		Модуль 7. Режимы работы системы электроснабжения	16	2	2	2		10	
	6	15	7.1 Расчет потерь мощности и электроэнергии. Расчет напряжений в системе электроснабжения. Расчет высших гармоник напряжения в системе электроснабжения.	14	2		2		10	Устный или письменный опрос
		16		2		2				Устный или письменный опрос
	6		Модуль 8. Автоматизация и релейная защита	11	2	4	2		3	
	6	17	8.1 Автоматизация и релейная защита в системах электроснабжения. Типы релейной защиты и автоматики	9	2	2	2		3	Устный или письменный опрос
		18		2		2				Устный или письменный опрос
		19								Устный или письменный опрос
		20								Устный или письменный опрос
Промежуточная аттестация				27						Экзамен
Итого 6				144	20	18	16		63	
Итого				216	40	30	28		91	

4.2 Матрица формируемых дисциплиной компетенций

Разделы и темы дисциплины	Кол-во часов	Компетенции (вместо цифр – шифр и номер компетенции из ФГОС ВПО)		
		ОПК-2	ПК-1	общее количество компетенций
Модуль 1. Структуры и параметры систем электроснабжения.	16	+	+	2
Модуль 2. Расчетные электрические нагрузки электроприемников, потребителей, элементов и узлов нагрузки систем электроснабжения	14	+	+	2
Модуль 3. Схемные решения элементов систем электроснабжения	42	+	+	2
Модуль 4. Расчет токов коротких замыканий	34	+	+	2
Модуль 5. Компенсация реактивной мощности.	34	+	+	2
Модуль 6. Качество электроэнергии и его обеспечение в системах электроснабжения.	22	+	+	2

Модуль 7. Режимы работы системы электроснабжения	16	+	+	2
Модуль 8. Автоматизация и релейная защита	11	+	+	2

4.3 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№	Название раздела	Содержание раздела в дидактических единицах	
	Модуль 1. Структуры и параметры систем электроснабжения.		16
1	Электрификация жизнедеятельности человека.	Структура жизнедеятельности человека. Электроприемники и потребители электроэнергии, их классификация по величине напряжения, по мощности, по числу фаз, режимам работы, по надежности.	2
2	Понятие процесса электроснабжения и системы электроснабжения ее место в электроэнергетике.	Основные определения, Основные требования, предъявляемые к системам электроснабжения. Общая характеристика систем электроснабжения объектов промышленных предприятий.	6
3	Общая характеристика систем электроснабжения объектов промышленных предприятий	Электрические параметры электроэнергетических систем. Напряжения электрических сетей. Управление электроэнергетическими системами. Преимущества объединения электроэнергетических систем.	8
	Модуль 3. Расчетные электрические нагрузки электроприемников, потребителей, элементов и узлов нагрузки систем электроснабжения		14
4	3.1 Понятие электрической нагрузки как случайного процесса. Расчетная нагрузка по нагреву основные понятия.	Общие сведения. Простейшие вероятностно-статистические модели определения расчетных нагрузок. Прогнозирование электропотребления и коэффициента роста нагрузок. Нагрузки комплексов по промышленному производству сельскохозяйственной продукции.	6
5	3.2 Методики определения величины расчетной нагрузки	Расчет нагрузок по вероятностным характеристикам. Определение расчетных нагрузок в электрических сетях с помощью коэффициентов одновременности и по табличным добавкам. Метод коэффициента спроса, метод удельной плотности нагрузок, метод удельного расхода электроэнергии, метод упорядоченных диаграмм. Расчет нагрузки высоковольтных электроприемников. Расчет электрических нагрузок в системах электроснабжения промышленных предприятий. Расчет электрических нагрузок жилых и общественных зданий. Расчет однофазных нагрузок. Пиковые нагрузки.	8
	Модуль 3. Схемные решения элементов систем электроснабжения		42
5	3.1 Центр электрического питания. Высоковольтная распределительная сеть.	Главная понизительная подстанция. Структура подстанции с двумя напряжениями. Блочная схема с отделителем, мостиковая схема. Центральный распределительный пункт, Схемы соединения сетей. Конструктивное выполнение электрических сетей.	8
6	3.2 Трансформаторные подстанции 10/0,4 кВ. Низковольтные распределительные сети.	Схемы подключения ТП. Способы размещения ТП. Силовые сети. Схемы соединения силовых сетей. Схемы питания осветительных сетей. Распределительные пункты в низковольтных распределительных сетях. Основное оборудование.	8
7	3.3 Конструктивное исполнение электрических сетей	Воздушные линии. Изоляторы воздушных линий. Опоры воздушных линий Кабельные линии. Способы прокладки кабелей напряжением 6..10 кВ. Токопроводы напряжением 6..35 кВ.	6
8	3.4 Выбор элементов системы электроснабжения	Оценка числа и мощности трансформаторов подстанции, выбор места их установки. Выбор сечения проводников линий электропередачи. По допустимому нагреву, потере нагрязен-	6

		ная, экономической плотности тока.	
9	3.5 Выбор электрических аппаратов.	Выбор аппаратов напряжением до 1000 В. Выбор аппаратов напряжением выше 1кВ	14
	Модуль 4. Расчет токов коротких замыканий		34
10	4.1 Общие сведения. Термические и электродинамические процессы в элементах систем электроснабжения.	Виды коротких замыканий. Причины возникновения и последствия коротких замыканий. Осциллограмма тока короткого замыкания. Переходные процессы при коротком замыкании. Составление расчетных схем. Начальный период короткого замыкания. Способы ограничения токов короткого замыкания.	9
11	4.2 Практические методы расчета токов КЗ. Параметры обратной и нулевой последовательности различных элементов ЭЭС. Порядок расчета токов коротких замыканий в системах электроснабжения.	Параметры элементов ЭЭС для токов различных последовательностей. Определение токов короткого замыкания по расчетным кривым. Программы расчетов для ЭВМ. Схемы замещения для токов нулевой последовательности двухобмоточных трансформаторов. Составление схем прямой, обратной и нулевой последовательностей. Методы расчета несимметричных КЗ. Порядок расчета токов коротких замыканий в сетях выше 1 кВ, в сетях до 1 кВ	9
12	4.3 Проверка элементов систем электроснабжения на действия токов коротких замыканий. Параметры обратной и нулевой последовательности различных элементов.	Проверка элементов систем электроснабжения на действия токов коротких замыканий по электродинамической и термической стойкости. Предельно допустимые температуры нагрева проводников при коротком замыкании. Составление схем прямой, обратной и нулевой последовательностей. Методы расчета несимметричных КЗ.	16
	Модуль 5. Компенсация реактивной мощности.		34
13	5.1 Общие сведения. Проблема компенсации реактивной мощности в системах электроснабжения.	Кривые мгновенных значений напряжения, тока, активной мощности, реактивной и полной мощности Актуальность компенсации реактивных нагрузок. Потребители реактивной мощности. Потребление реактивной мощности асинхронными двигателями.	12
14	5.2 Экономические и технические характеристики различных видов компенсирующих устройств.	Экономические и технические характеристики различных видов компенсирующих устройств. Техничко-экономическая эффективность компенсации реактивной мощности.	12
15	5.3 Источники реактивной мощности. Схемы и конструкции конденсаторных установок	Синхронные двигатели как источник реактивной мощности. Силовые конденсаторы. Размещение компенсирующих устройств в системах электроснабжения промышленных предприятий. Регулирование мощности компенсирующих устройств. Индивидуальная и групповая компенсация реактивной мощности. Типовая схема батарей конденсаторной установки и ее подключение к РУ 0,4 кВ.	10
	Модуль 6. Качество электроэнергии и его обеспечение в системах электроснабжения.		22
17	6.1 Показатели качества электроэнергии и их нормирование.	Основные и дополнительные показатели качества электроэнергии. Отклонение частоты. Отклонение напряжения, колебания напряжения. Несинусоидальность напряжения. Несимметрия напряжения. Провал напряжения. Импульсное напря-	12

		жение. Временное перенапряжение Причины нарушения качества электроэнергии в промышленных сетях.	
18	6.2 Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников. Регулирование показателей качества напряжения в системах электроснабжения объектов.	Влияние отклонения частоты на работу электроприемников. Влияние отклонения напряжения на работу электроприемников. Статические характеристики асинхронных двигателей. Влияние колебаний напряжения на работу электроприемников. Влияние несимметрии напряжения на работу электроприемников. Задачи регулирования напряжения при симметричных режимах. Изменение потерь напряжения в сети. Выбор схем электроснабжения для улучшения качества электроэнергии.	10
Модуль 7. Режимы работы системы электроснабжения			16
23	7.1 Расчет потерь мощности и напряжений в системе электроснабжения. Расчет высших гармоник напряжения в системе электроснабжения.	Потери активной мощности в трехфазной линии электропередачи при симметричной нагрузке и без учета поперечной составляющей. Потери активной электроэнергии в трансформаторах. Регулирование напряжений в системе электроснабжения. Регулирование режимов электропотребления. Эпюры отклонений напряжений. Расчет высших гармоник напряжения в системе электроснабжения. Расчет несимметрии напряжений в трехфазной сети. Пути уменьшения высших гармоник напряжения	16
Модуль 8. Автоматизация и релейная защита			11
26	8.1 Автоматизация и релейная защита в системах электроснабжения. Типы релейной защиты и автоматики.	Основные сведения релейной защиты и автоматики. Основные требования, предъявляемые к релейной защите. Основные принципы действия релейной защиты. Защита плавкими предохранителями, автоматическими выключателями. Реле и их разновидности. Защита кабельных линий. Защита трансформаторов.	11

4.4 Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1	Модуль 2. Схемные решения элементов систем электроснабжения		14
	2	Комплектная трансформаторная подстанция (КТП) 10/0,38 кВ	3
	2	Исследование режима напряжения сельской радиальной сети и выбор надбавок у трансформаторов.	4
	2	Масляный (ВМП-10) и вакуумный (ВВ/TEL-10) выключатели.	3
	2	Разъединители, отделители, короткозамыкатели, выключатели нагрузки. Плавкие предохранители. Трубочатые и вентильные разрядники.	4
2	Модуль 2. Расчетные электрические нагрузки электроприемников, потребителей, элементов и узлов нагрузки систем электроснабжения		2
	4	Исследование низковольтной линии с несимметричной нагрузкой фаз.	2
3	Модуль 5. Компенсация реактивной мощности.		4

	5	Исследование линии электропередачи с поперечной емкостной компенсацией.	4
4	Модуль 8. Автоматизация и релейная защита		8
	8	Исследование электромагнитных реле РТ-40 и ЭВ-235 с использованием измерительных комплектов К512-К514.	2
	8	Исследование вторичного реле прямого действия РТВ с использованием измерительных комплектов К512-К514. Исследование индукционного реле РТ-80 на испытательном стенде.	2
	8	Исследование индукционного реле РТ-80 и реле РП-341 на испытательном стенде.	2
	8	Согласование максимальных токовых защит с разнотипными временными характеристиками.	2
			28

4.5 Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
	Модуль 2. Расчетные электрические нагрузки электроприемников, потребителей, элементов и узлов нагрузки систем электроснабжения		
		4.1 Определение расчетных нагрузок на участках ВЛ 0,38 кВ и на шинах 0,4 кВ трансформаторной подстанции.	4
		4.2 Расчет электрических нагрузок в электроустановках напряжением до 1 кВ методом упорядоченных диаграмм.	2
		4.2 Определение расчетных электрических нагрузок упрощенными методами	4
	Модуль 3. Схемные решения элементов систем электроснабжения		
		3.4. Выбор сечения проводников линий электропередачи. По допустимому нагреву, потере напряжения, экономической плотности тока.	2
		3.5 Выбор плавких вставок предохранителей.	2
	Модуль 4. Расчет токов коротких замыканий		
		4.1 Расчет трехфазных токов короткого замыкания в линиях напряжением 10 кВ и 0,38 кВ.	3
		4.2 Расчет однофазных токов короткого замыкания в линиях напряжением 10 кВ и 0,38 кВ.	3
		4.3 Определение тока двухфазного короткого замыкания	2
4	Модуль 7. Режимы работы системы электроснабжения		
		7.1 Определение допустимой потери мощности	2
		7.1 Определение потери напряжения в линии при неравномерной нагрузке фаз.	2

	7.1 Определение допустимых потерь напряжения в линиях напряжением 10 кВ и 0,38 кВ.	2
Итого		30

4.6 Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Всего часов	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля
1	Модуль 1. Структуры и параметры систем электроснабжения			
1	Электрификация жизнедеятельности человека.	1	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Опрос
2	Понятие процесса электроснабжения и системы электроснабжения ее место в электроэнергетике.	2	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Опрос
3	Общая характеристика систем электроснабжения объектов промышленных предприятий	3	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Опрос
	Модуль 2. Расчетные электрические нагрузки электроприемников, потребителей, элементов и узлов нагрузки систем электроснабжения			
4	2.1 Понятие электрической нагрузки как случайного процесса. Расчетная нагрузка по нагреву основные понятия.	2	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Опрос
5	2.2 Методики определения величины расчетной нагрузки	4	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям, выполнение курсовой работы	Опрос
	Модуль 3. Схемные решения элементов систем электроснабжения			
6	3.1 Центр электрического питания. Высоковольтная распределительная сеть.	4	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям	Опрос
7	3.2 Трансформаторные подстанции 10/0,4 кВ. Низковольтные распределительные сети.	4	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Опрос
8	3.3 Конструктивное исполнение электрических сетей	6	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям	Опрос
9	3.4 Выбор элементов системы электроснабжения	2	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Опрос
10	3.5 Выбор электрических аппаратов.		Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Опрос
				Защита курсовой работы Зачет

Модуль 4. Расчет токов коротких замыканий				
11	4.1 Общие сведения. Термические и электродинамические процессы в элементах систем электроснабжения.	5	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям	Опрос
12	4.2 Параметры обратной и нулевой последовательности различных элементов ЭЭС	5	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям	Опрос
15	4.3 Проверка элементов систем электроснабжения на действия токов коротких замыканий. Параметры обратной и нулевой последовательности различных элементов.	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Опрос
Модуль 5. Компенсация реактивной мощности.				
19	5.1 Общие сведения. Проблема компенсации реактивной мощности в системах электроснабжения.	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции, выполнение курсовой работы	Опрос
20	5.2 Экономические и технические характеристики различных видов компенсирующих устройств.	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям, выполнение курсовой работы	Опрос
21	5.3 Источники реактивной мощности. Схемы и конструкции конденсаторных установок		Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям, выполнение курсовой работы	Опрос
Модуль 6. Качество электроэнергии и его обеспечение в системах электроснабжения.				
23	6.1 Показатели качества электроэнергии и их нормирование.	5	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям, выполнение курсовой работы	Опрос
24	6.2 Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников. Регулирование показателей качества напряжения в системах электроснабжения объектов.	5	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции, выполнение курсовой работы	Опрос
Модуль 7. Режимы работы системы электроснабжения				
27	7.2 Расчет потерь мощности и напряжений в системе электроснабжения. Расчет высших гармоник напряжения в системе электроснабжения.	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции, выполнение курсовой работы	Опрос
Модуль 8. Автоматизация и релейная защита				
	8.1 Автоматизация и релейная защита в системах электро-	3		Опрос

	снабжения. Типы релейной защиты и автоматики.			
				(27) Экзамен
		91		

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины в рамках реализации ООП по направлению подготовки бакалавров Направление 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата) профиль – «Энергообеспечение предприятий» 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 теплотехнических установок и процессов, объектов, демонстрационные работы на действующих объектах.

5 Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
5	Л	Лекции в виде мультимедийной презентации	10
	ЛР	Лабораторные работы с условиями, максимально приближенными к реальным.	4
	ПР	Решение задач	4
6	Л	Лекции в виде мультимедийной презентации	10
	ЛР	Лабораторные работы с условиями, максимально приближенными к реальным.	4
	ПР	Решение задач	4
			36

Занятия проводятся с использованием мультимедийного оборудования на лекциях, компьютерных программ MICROSOFT OFFICE, справочно-информационных си-

стем для самостоятельной работы. Презентации содержат определения, структурные и принципиальные схемы электротехнологических процессов, 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 предприятий» 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, зачет и экзамен.

6 Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

№ п/п	№ семестра	Виды контроля и аттестации (ВК, ТАт, ПрАт)	Компетенции	Наименование раздела учебной дисциплины	Оценочные средства и форма
1.	5	ВК, ТАт	ОПК 2, ПК 1	Структуры и параметры систем электроснабжения	входной контроль Текущий контроль Тестирование по итогам модуля
2	5	ТАт,	ОПК 2, ПК 1	Расчетные электрические нагрузки электроприемников, потребителей, элементов и узлов нагрузки систем электроснабжения	Текущий контроль Тестирование по итогам модуля. Зачет
3.	5	ТАт,	ОПК 2, ПК 1	Схемные решения элементов систем электроснабжения	Текущий контроль Тестирование по итогам модуля
3.	5	ТАт,	ОПК 2, ПК 1	Расчет токов коротких замыканий	Текущий контроль Тестирование по итогам модуля. Зачет
5.	5	ТАт,	ОПК 2, ПК 1	Компенсация реактивной мощности.	Текущий контроль Тестирование по итогам модуля. Экзамен

	5	ПрАт	ОПК 2, ПК 1		Курсовая работа, зачет
	6	ТАт,	ОПК 2, ПК 1	Качество электроэнергии и его обеспечение в системах электроснабжения	Текущий контроль Тестирование по итогам модуля. Зачет
	6	ТАт,	ОПК 2, ПК 1	Режимы работы системы электроснабжения	Текущий контроль Тестирование по итогам модуля. Зачет
	6	ТАт,	ОПК 2, ПК 1	Автоматизация и релейная защита	Текущий контроль Тестирование по итогам модуля. Зачет
	6	ПрАт	ОПК 2, ПК 1		экзамен

Полный фонд оценочных средств по дисциплине приведен в приложении

Методика текущего контроля и промежуточной аттестации

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

Текущий контроль успеваемости обучающихся является элементом внутривузовской 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 входного контроля (ВК):

1. Какие бывают режимы работы электроприемников?
2. Что характеризует коэффициент продолжительности включения?
3. Что такое электротехнологические установки?
4. Перечислите методы оценки расчетной нагрузки и дайте их краткую характеристику.
5. Перечислите формы физико-математического представления электрической нагрузки.
6. Перечислите иерархические уровни оценки расчетных нагрузок в системах электроснабжения и дайте их характеристику
7. Перечислите виды конструктивной реализации кабельных линий.
8. Перечислите виды конструктивной реализации линий электропередачи до 1000 В.
9. Из каких структурных частей состоит трансформаторная подстанция?
10. какие виды комплектного оборудования используются для реализации распределительных устройств напряжением 10 кВ?

б) для текущей успеваемости (ТАт):

Модуль 1. Структуры и параметры систем электроснабжения

11. Что понимается под электрификацией жизнедеятельности человека?
12. Как классифицируются потребители электроэнергии по надежности электроснабжения?
13. Чем обоснованно деление электроприемников по напряжению до и свыше 1000 В?

Модуль 2. Расчетные электрические нагрузки электроприемников, потребителей, элементов и узлов нагрузки систем электроснабжения

1. Что такое электрическая нагрузка
2. По каким причинам электрическая нагрузка является случайным процессом?
3. Назовите характеристики случайных процессов?
4. Представление электрической нагрузки графиком, его численные характеристики.
5. В чем заключается понятие расчетной нагрузки?
6. Что такое принцип максимума средней нагрузки?
7. Назовите три вида допустимой температуры перегрева элемента электрической сети.
8. В чем заключается физический смысл постоянной времени нагрева элемента электрической сети?
9. В чем состоит сущность вероятностной модели расчетной нагрузки?
10. Какие величины электрической нагрузки являются расчетными для проводников и трансформаторов?

Модуль 3. Схемные решения элементов систем электроснабжения

1. Что такое система электроснабжения?
2. Что такое граница раздела балансовой принадлежности электрических сетей?
3. Что такое центр электропитания систем электроснабжения?
4. Приведите классификацию центров электропитания и покажите их связь с напряжением питающих сетей?
5. Перечислите основные структурные части системы электроснабжения предприятия.
6. Какова роль распределительных пунктов в распределительных сетях системы электроснабжения предприятия.
7. Какие требования предъявляются к системам электроснабжения предприятия?
8. Укажите все возможные схемы распределительного устройства высокого напряжения главных пониженных подстанций
9. Когда применяется глухое подключение питающей линии к силовому трансформатору ТП 10/0,4 кВ?
10. какие бывают схемы распределительного устройства высокого напряжения ТП 10/0,4 кВ?
11. Какой способ размещения трансформаторных подстанций является наиболее экономичным?
12. Чем отличается схема электрической сети с двухсторонним питанием от кольцевой схемы ?
13. В чем заключаются основные особенности радиальных схем электрических сетей системы электроснабжения в отличие от магистральных?
14. В чем состоит назначение распределительных пунктов низковольтных распределительных сетей?
15. Перечислите типовые схемы распределительных сетей.

Модуль 4. Расчет токов коротких замыканий

1. В чем состоят основные причины возникновения коротких замыканий?

2. Какие существуют виды коротких замыканий?
3. В чем заключается термическое действие тока короткого замыкания на элемент электрической сети?
4. В чем заключается электродинамическое действие тока короткого замыкания на элемент электрической сети?
5. Каковы особенности расчета токов коротких замыканий в сетях до 1000 В?
6. В чем состоит отличие целей и задач расчета трехфазных и однофазных токов КЗ?
7. Каковы основные положения и допущения, используемые при расчете трехфазных и однофазных КЗ в сетях до 1000 В? Какие при этом имеются основные трудности?
8. В чем состоит проблема учета сопротивления дуги и как она решается?
9. Что является критерием проверки элементов электрических сетей на термическую стойкость?
10. Что является критерием проверки элементов электрических сетей на электродинамическую стойкость?
11. Что является расчетной точкой и какой вид короткого замыкания принимается при проверке элементов электрических сетей на термическую и электродинамическую устойчивость?
12. Для решения каких задач рассчитываются токи однофазных коротких замыканий в электрических сетях до 1000 В?
13. В чем заключаются принципы проверки элементов электрических сетей на термическую и электродинамическую устойчивость?

Модуль 5. Компенсация реактивной мощности.

1. Что такое реактивная мощность, в чем ее физический смысл?
2. В чем состоит принципиальное отличие реактивной энергии от активной?
3. Поясните понятия выработки и потребления реактивной энергии.
4. Какие физические устройства являются потребителями реактивной мощности?
5. Перечислите источники реактивной мощности и дайте их сравнительную характеристику.
6. В чем состоит смысл компенсации реактивной мощности?
7. Поясните преимущества и недостатки индивидуальной компенсации реактивной мощности.
8. Поясните принцип решения задачи компенсации реактивной мощности в системе электроснабжения.
9. Почему в конденсаторных установках конденсаторы соединяются по схеме «треугольник», а не «звезда»?
10. С какой целью выполняется регулирование мощности компенсирующих устройств?

Модуль 6. Качество электроэнергии и его обеспечение в системах электроснабжения

1. В чем состоят качественные свойства электроэнергии?
2. Что такое номинальные и допустимые показатели качества электроэнергии различных электроприемников и электросетей?
3. На чем основывается нормирование показателей качества электроэнергии? Что вкладывается в понятие допустимых показателей?
4. Какие показатели качества электроэнергии устанавливает ГОСТ 13109-97 и каковы их допустимые значения?
5. В каких точках и узлах электрической сети оценивается и нормируется качество электрической энергии?
6. Каковы нормально допустимые и предельно допустимые отклонения напряжения и показатели колебаний напряжения?
7. Каковы допустимые и предельно допустимые значения показателей несинусоидальности кривой напряжения? В чем состоят основные пути уменьшения высших гармоник напряжения в сети?
8. Чем оценивается и как нормируется несимметрия трехфазного напряжения? Какие имеются пути улучшения симметрии напряжений?
9. Каковы причины провалов напряжения и их допустимые параметры? Как решаются проблемы уменьшения ущерба, который может быть вызван провалами напряжения?
10. Каковы причины появления в электрических сетях импульсов напряжения? Какие показатели характеризуют эти импульсы и какие они имеют численные значения? Какие существуют способы уменьшения импульсных перенапряжений?
11. Что такое временные перенапряжения, каковы их причины и какие они имеют параметры?

Модуль 7. Режимы работы системы электроснабжения

1. Каковы причины изменчивости во времени параметров режима работы системы электроснабжения?
2. Какие параметры определяют потери электроэнергии в элементах системы электроснабжения?

3. Перечислите составляющие потерь электроэнергии в трансформаторах.
4. Каковы цели и задачи оценки потерь мощности и электроэнергии в элементах системы электроснабжения?
5. Каковы принципы расчета режима электрической сети по напряжению?
6. Каковы причины, приводящие к отклонению напряжения в узле электрической нагрузки?
7. Назовите технические средства регулирования напряжения в системах электроснабжения.
8. Поясните смысл местного и централизованного регулирования напряжения в системах электроснабжения.
9. Что такое РПН и ПБВ, в чем их различие и какую функцию они выполняют?
10. Каковы отрицательные последствия неравномерности режимов электропотребления?
11. Каковы принципы выравнивания графика электрической нагрузки?
12. Каковы причины появления несинусоидальности напряжений в электрических сетях? В чем состоит негативное влияние высших гармоник напряжения на работу различных электроустановок?
13. Исходные положения, допущения и порядок расчета высших гармоник напряжения в электрических сетях.
14. Составление эквивалентных схем, определение эквивалентных сопротивлений и расчет высших гармоник напряжения.
15. Причины возникновения полюсов и нулей в частотных характеристиках эквивалентных сопротивлений и их влияние на уровень высших гармоник напряжения.
16. Пути снижения уровня высших гармоник напряжения в электрических сетях.
17. Каковы причины возникновения несимметрии напряжений в трехфазных электрических сетях?
18. Какими показателями оценивается степень несимметрии напряжений? Каковы их допустимые значения? В чем состоит негативное влияние несимметрии напряжений на работу различных электроустановок?
19. Как рассчитываются показатели несимметрии напряжения, обусловленные несимметричными нагрузками?
20. Какие имеются пути уменьшения несимметрии напряжения в трехфазных сетях?
21. В чем состоит метод симметричных составляющих и как он используется для расчета показателей несимметрии напряжений в трехфазных сетях?
22. Для частного случая однофазной нагрузки, подключенной на фазное напряжение в трехфазной сети, начертите комплексную схему замещения и определите токи прямой обратной и нулевой последовательностей. Постройте векторную диаграмму этих токов.

Модуль 8. Автоматизация и релейная защита

1. Основные требования предъявляемые к релейной защите.
2. Назначение токовой защиты.
3. Что такое ток срабатывания реле?
4. Определение автоматической системы регулирования.
5. Перечислите параметры релейной защиты.
6. Что относится к вспомогательному реле.
7. Электромагнитные реле.
8. Защита кабельных линий.
9. Что такое газовая защита?

в) для промежуточной аттестации (ПрАт):

1. Коэффициентом использования называют отношение...
2. Коэффициентом максимума называют отношение....
3. Коэффициентом спроса 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 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 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...

Вопросы к экзамену
Экзаменационные вопросы по курсу
«Электроснабжение предприятий»

1. Характеристика системы электроснабжения, структура систем электроснабжения.
2. Основные требования, предъявляемые к системам электроснабжения.
3. Классификация и характеристика приемников электрической энергии.

4. Графики нагрузок. Основные понятия.
5. Графики нагрузок. Суточные, годовые ГН и их характеристики
6. Коэффициенты характеризующие графики нагрузок.
7. Показатели нагрузок характеризующие индивидуальные электроприемники.
8. Показатели нагрузок характеризующие группу электроприемников.
9. Основные методы расчета электрических нагрузок (по номинальной мощности и коэффициенту спроса)
10. Основные методы расчета электрических нагрузок (по номинальной мощности и коэффициенту использования).
11. Основные методы расчета электрических нагрузок (по средней мощности и расчетному коэффициенту)
12. Основные методы расчета электрических нагрузок (по средней мощности и коэффициенту формы графика).
13. Вспомогательные методы расчета электрических нагрузок.
14. Расчетные нагрузки однофазных электроприемников.
15. Определение пиковых нагрузок.
16. Расчет электрических нагрузок на различных уровнях систем электрических сетей.
17. Картограмма электрических нагрузок.
18. Расчет электрических нагрузок методом эффективного числа электроприемников.
19. Способы и средства улучшения качества электроэнергии.
20. Компенсация реактивной мощности. Общие сведения. Батареи конденсаторов.
21. Компенсация реактивной мощности. Общие сведения. Синхронные компенсаторы.
22. Компенсация реактивной мощности. Общие сведения. Шунтирующие реакторы.
23. Автоматизация и релейная защита. Основные требования предъявляемые к релейной защите

Примерный перечень тем курсовых работ

1. Электроснабжение сельскохозяйственного предприятия (Варианты)
2. Электроснабжение сельского населенного пункта
3. Электроснабжение микрорайона населенного пункта

Структура курсовой работы

1. Титульный лист
2. Задание на курсовое проектирование
3. Аннотация
4. Оглавление
5. Введение
6. Расчет электрических нагрузок производственных объектов. Определение мощности и выбор трансформаторов
7. Электрический расчет линии 10 кВ.
8. Электрический расчет линии 0,38 кВ
9. Конструктивное выполнение линий 0,38 кВ, 10 кВ и ТП 10/0,4 кВ блочного типа.
10. Технико-экономическая часть проекта.
11. Спецификация на оборудование.
12. Спецвопрос.
13. Литература

Примеры вопросов для курсовой работы

1. Что является исходными данными для расчета
2. Общая характеристика систем электроснабжения

3. Определение нагрузок
4. Метод эффективного числа токоприемников
5. Метод коэффициента использования
6. Методы расчета линии 0,38 кВ
7. Методы расчета линии 10 кВ
8. Методика расчета и выбора трансформаторов
9. Категория надежности электроснабжения
10. Определение центра электрических нагрузок
11. Конструктивное исполнение линии 0,38 кВ
12. Конструктивное исполнение линии 10 кВ
13. Конструктивное исполнение трансформаторной подстанции
14. Основные требования к релейной защите
15. Методы определения срока окупаемости
16. Методы расчета себестоимости электроэнергии
17. Выбор аппаратуры управления и защиты.
18. Эксплуатация и техника безопасности.

6.2 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

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. 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>
- 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>

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ»

7.1 Основная литература

№ п/п	Наименование	Используется при изучении разделов	Се-местр	Количество экз-земпляров	
				в библио-теке	на ка-федре
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	1-8	5,6	Электронный ресурс http://rucont.ru/efd/325213	
2	Ушаков В. Я. Электроэнергетические системы и сети [Электронный ресурс]: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры, - Москва: Юрайт, 2018	1-8	5,6	Электронный ресурс https://www.biblionline.ru/book/22CAF331-A36E-4A5D-A512-EF7D3D51F554	
3	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.	1-8	5,6	Электронный ресурс http://rucont.ru/efd/179419	

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экз-земпляров	
				в библиоте-ке	на ка-федре
1	Коновалова Л. Л., Рожкова Л. Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок: учеб. пособие для электротехнических спец. техникумов, - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 528 с	1-8 модули	5,6	Электронный ресурс http://www.iqlib.ru	
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., Широкова Т. А., Цыркина Т. В. - Издание 3-е изд., испр. и перераб. - Ижевск: , 2016.	1-8 модули	5,6	Режим доступа: http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&parent=12766&id=15241	

7.3 Перечень интернет-ресурсов

1. Сайт Министерство энергетики Российской Федерации <http://minenergo.gov.ru/>
2. Сайт газеты «Энергетика и промышленность России» <http://www.eprussia.ru/>
3. Интернет портал ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА» <http://portal.izhgsha.ru>

7.4 Методические указания по освоению дисциплины

Перед изучением дисциплины студенту необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, размещенной на портале и просмотреть основную литературу, приведенную в рабочей программе в разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины». Книги, размещенные в электронно-библиотечных системах доступны из любой точки, где имеется выход в «Интернет», включая домашние компьютеры и устройства, позволяющие работать в сети «Интернет». Ес-

ли выявили проблемы доступа к указанной литературе, обратитесь к преподавателю (либо на занятиях, либо через портал академии).

Для изучения дисциплины необходимо иметь чистую тетрадь для выполнения заданий. Перед началом занятий надо бегло повторить материал из курсов дисциплин «Электротехника», «Теплотехника», «Материаловедение».

Для эффективного освоения дисциплины рекомендуется посещать все виды занятий в соответствии с расписанием и выполнять все домашние задания в установленные преподавателем сроки. В случае пропуска занятий по уважительным причинам, необходимо подойти к преподавателю и получить индивидуальное задание по пропущенной теме.

Полученные знания и умения в процессе освоения дисциплины студенту рекомендуется применять для решения своих задач, не обязательно связанных с программой дисциплины.

Владение компетенциями дисциплины в полной мере будет подтверждаться Вашим умением решать конкретные задачи по разработке и проектированию электротехнологических установок и процессов, а также выявлять существующие проблемы.

Полученные при изучении дисциплины знания, умения и навыки рекомендуется использовать при выполнении выпускной квалификационной работы, а также на производственной практик

7.5 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

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) «Консультант плюс». 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 (МОДУЛЯ) «ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ»

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского 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 и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (практических занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: компьютеры с необходимым программным обеспечением, выходом в «Интернет» и корпоративную сеть.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского 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: Лабораторная установка «Комплектная трансформаторная подстанция (КТП) 10/0,38 кВ»; Лабораторный стенд «Релейная защита и автоматика»

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 6 зачетных единиц, 216 часов.

Се- мест р	Все- го ча- сов	Ауди- тор- ных	Самост. работа	Лек- ций	Лабо- ратор- ных	Прак- тиче- ских	Контроль
6	108	10	98	4	4	2	
7	72	14	54	6	4	4	4 Зачет
8	36		27				Курс. работа (9) Экзамен
все- го	216	24	179	10	8	6	

Структура дисциплины

№ п/ п	Семестр	Недели семестра	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)						Форма: -текущего контроля успеваемо- сти, СРС (по неделям се- местра); - промежу- точной атте- стации (по семестрам) КРС	
				всего	лекция	практические занятия	лаб. занятия	семинары	СРС		
1			Модуль 1. Структуры и па- раметры систем электро- снабжения.	30,5	0,5					30	
	6	1	1.1 Электрификация жизнедея- тельности человека.	10						10	Опрос
	6	2	1.2 Введение. Понятие про- цесса электроснабжения и системы электроснабжения ее место в электроэнергетике.	10						10	Опрос
	6	3	1.3 Общая характеристика систем электроснабжения объектов промышленных предприятий.	10,5	0,5					10	Опрос
2			Модуль 2. Расчетные элек- трические нагрузки элек- троприемников, потребите-	22,5	1	2				20	

			лей, элементов и узлов нагрузки систем электроснабжения							
	6	4	2.1 Понятие электрической нагрузки как случайного процесса. Расчетная нагрузка по нагреву основные понятия.	10,5	0,5				10	Опрос
	6	5	2.2 Методики определения величины расчетной нагрузки.	12,5	0,5	2			10	Опрос
3	6		Модуль 3. Схемные решения элементов систем электроснабжения	46	2,5		4		48	Опрос
	6	6	3.1 Центр электрического питания. Высоковольтная распределительная сеть.	10,5	0,5				10	Опрос
	6	7	3.2 Трансформаторные подстанции 10/0,4 кВ. Низковольтные распределительные сети.	10,5	0,5				10	Опрос
	6	8	3.3 Конструктивное исполнение электрических сетей	10,5	0,5				10	Опрос
	6	9	3.4 Выбор элементов системы электроснабжения	12,5	0,5		2		10	Опрос
	6	10	3.5 Выбор электрических аппаратов.	12,5	0,5		2		8	Опрос
Итого 6 сем				108	4	2	4		98	
4			Модуль 4. Расчет токов коротких замыканий	14	2	2			10	Тестирование
	7	1	4.1 Общие сведения. Термические и электродинамические процессы в элементах систем электроснабжения.	7	2				5	Опрос
	7	3	4.2 Практические методы расчета токов КЗ. Параметры обратной и нулевой последовательности различных элементов ЭЭС	3					3	Опрос
	7	5	4.3 Проверка элементов систем электроснабжения на действия токов коротких замыканий. Параметры обратной и нулевой последовательности различных элементов ЭЭС, составление схем прямой, обратной и нулевой последовательностей. Методы расчета несимметричных КЗ.	4		2			2	Опрос
5			Модуль 5. Компенсация ре-	14	2		2		10	

			активной мощности.							
	7	6	5.1 Общие сведения. Проблема компенсации реактивной мощности в системах электроснабжения.	9	2		2		5	Опрос
	7	8	5.2 Экономические и технические характеристики различных видов компенсирующих устройств.	2					2	Опрос
		10	5.3 Источники реактивной мощности. Схемы и конструкции конденсаторных установок	3					3	Опрос
6	7		Модуль 6. Качество электроэнергии и его обеспечение в системах электроснабжения.	22	2				20	
	7	11	6.1 Показатели качества электроэнергии и их нормирование.	11	1				10	Опрос
	7	13	6.2 Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников. Регулирование показателей качества напряжения в системах электроснабжения объектов.	11	1				10	Опрос
	7		Модуль 7. Режимы работы системы электроснабжения	12			2		10	
	7	15	7.1 Расчет потерь мощности и электроэнергии. Расчет напряжений в системе электроснабжения. Расчет высших гармоник напряжения в системе электроснабжения.	12			2		10	Опрос
	7		Модуль 8. Автоматизация и релейная защита	6			2		4	
	7	16	8.1 Автоматизация и релейная защита в системах электроснабжения Типы релейной защиты и автоматики	6			2		4	Опрос
Промежуточная аттестация				4					4	4 Зачет
Итого 7				72	6	4	4		54	
Модуль 9 Технико - экономическое обоснование расчета сети				27					27	
9.1 Расчет сети по приведенным затратам									27	
Промежуточная аттестация				9					9	Кур. Работа (9) Экзамен
Итого 8				36					27	
Итого				216	10	6	8			

9.3 Содержание разделов дисциплины

№	Название раздела	Содержание раздела в дидактических единицах	
	Модуль 1. Структуры и параметры систем электроснабжения.		0,5
3	Общая характеристика систем электроснабжения объектов промышленных предприятий	Электрические параметры электроэнергетических систем. Напряжения электрических сетей. Управление электроэнергетическими системами. Преимущества объединения электроэнергетических систем.	0,5
	Модуль 2. Расчетные электрические нагрузки электроприемников, потребителей, элементов и узлов нагрузки систем электроснабжения		1
4	2.1 Понятие электрической нагрузки как случайного процесса. Расчетная нагрузка по нагреву основные понятия.	Общие сведения. Простейшие вероятностно-статистические модели определения расчетных нагрузок. Прогнозирование электропотребления и коэффициента роста нагрузок. Нагрузки комплексов по промышленному производству сельскохозяйственной продукции.	0,5
5	2.2 Методики определения величины расчетной нагрузки	Расчет нагрузок по вероятностным характеристикам. Определение расчетных нагрузок в электрических сетях с помощью коэффициентов одновременности и по табличным добавкам. Метод коэффициента спроса, метод удельной плотности нагрузок, метод удельного расхода электроэнергии, метод упорядоченных диаграмм. Расчет нагрузки высоковольтных электроприемников. Расчет электрических нагрузок в системах электроснабжения промышленных предприятий. Расчет электрических нагрузок жилых и общественных зданий. Расчет однофазных нагрузок. Пиковые нагрузки.	0,5
	Модуль 3. Схемные решения элементов систем электроснабжения		2,5
5	3.1 Центр электрического питания. Высоковольтная распределительная сеть.	Главная понизительная подстанция. Структура подстанции с двумя напряжениями. Блочная схема с отделителем, мостиковая схема. Центральный распределительный пункт, Схемы соединения сетей. Конструктивное выполнение электрических сетей.	0,5
6	3.2 Трансформаторные подстанции 10/0,4 кВ. Низковольтные распределительные сети.	Схемы подключения ТП. Способы размещения ТП. Силовые сети. Схемы соединения силовых сетей. Схемы питания осветительных сетей. Распределительные пункты в низковольтных распределительных сетях. Основное оборудование.	0,5
7	3.3 Конструктивное исполнение электрических сетей	Воздушные линии. Изоляторы воздушных линий. Опоры воздушных линий Кабельные линии. Способы прокладки кабелей напряжением 6..10 кВ. Токопроводы напряжением 6..35 кВ.	0,5
8	3.4 Выбор элементов системы электроснабжения	Оценка числа и мощности трансформаторов подстанции, выбор места их установки. Выбор сечения проводников линий электропередачи. По допустимому нагреву, потере наработанная, экономической плотности тока.	0,5

9	3.5 Выбор электрических аппаратов.	Выбор аппаратов напряжением до 1000 В. Выбор аппаратов напряжением выше 1кВ	0,5
Модуль 4. Расчет токов коротких замыканий			2
10	4.1 Общие сведения. Термические и электродинамические процессы в элементах систем электроснабжения.	Виды коротких замыканий. Причины возникновения и последствия коротких замыканий. Осциллограмма тока короткого замыкания. Переходные процессы при коротком замыкании. Составление расчетных схем. Начальный период короткого замыкания. Способы ограничения токов короткого замыкания.	2
11	4.2 Практические методы расчета токов КЗ. Параметры обратной и нулевой последовательности различных элементов ЭЭС. Порядок расчета токов коротких замыканий в системах электроснабжения.	Параметры элементов ЭЭС для токов различных последовательностей. Определение токов короткого замыкания по расчетным кривым. Программы расчетов для ЭВМ. Схемы замещения для токов нулевой последовательности двухобмоточных трансформаторов. Составление схем прямой, обратной и нулевой последовательностей. Методы расчета несимметричных КЗ. Порядок расчета токов коротких замыканий в сетях выше 1 кВ, в сетях до 1 кВ	
12	4.3 Проверка элементов систем электроснабжения на действия токов коротких замыканий. Параметры обратной и нулевой последовательности различных элементов.	Проверка элементов систем электроснабжения на действия токов коротких замыканий по электродинамической и термической стойкости. Предельно допустимые температуры нагрева проводников при коротком замыкании. Составление схем прямой, обратной и нулевой последовательностей. Методы расчета несимметричных КЗ.	
Модуль 5. Компенсация реактивной мощности.			2
13	5.1 Общие сведения. Проблема компенсации реактивной мощности в системах электроснабжения.	Кривые мгновенных значений напряжения, тока, активной мощности, реактивной и полной мощности Актуальность компенсации реактивных нагрузок. Потребители реактивной мощности. Потребление реактивной мощности асинхронными двигателями.	2
14	5.2 Экономические и технические характеристики различных видов компенсирующих устройств.	Экономические и технические характеристики различных видов компенсирующих устройств. Технико-экономическая эффективность компенсации реактивной мощности.	
15	5.3 Источники реактивной мощности. Схемы и конструкции конденсаторных установок	Синхронные двигатели как источник реактивной мощности. Силовые конденсаторы. Размещение компенсирующих устройств в системах электроснабжения промышленных предприятий. Регулирование мощности компенсирующих устройств.	
Модуль 6. Качество электроэнергии и его обеспечение в системах электроснабжения.			2
17	6.1 Показатели качества электроэнергии и их нормирование.	Основные и дополнительные показатели качества электроэнергии. Отклонение частоты. Отклонение напряжения, колебания напряжения. Несинусоидальность напряжения. Несимметрия напряжения. Провал напряжения. Импульсное напряжение. Временное перенапряжение	1
18	6.2 Влияние качества электроэнергии на ра-	Влияние отклонения частоты на работу электроприемников. Влияние отклонения напряжения на работу электро-	1

	боту электроприемников. Регулирование показателей качества напряжения в системах электроснабжения объектов.	приемников. Статические характеристики асинхронных двигателей. Влияние колебаний напряжения на работу электроприемников. Влияние несимметрии напряжения на работу электроприемников. Задачи регулирования напряжения при симметричных режимах. Изменение потерь напряжения в сети. Выбор схем электроснабжения для улучшения качества электроэнергии.	
Модуль 7. Режимы работы системы электроснабжения			
23	7.1 Расчет потерь мощности и напряжений в системе электроснабжения. Расчет высших гармоник напряжения в системе электроснабжения.	Потери активной мощности в трехфазной линии электропередачи при симметричной нагрузке и без учета поперечной составляющей. Потери активной электроэнергии в трансформаторах. Регулирование напряжений в системе электроснабжения. Регулирование режимов электропотребления. Эпюры отклонений напряжений. Расчет высших гармоник напряжения в системе электроснабжения. Расчет несимметрии напряжений в трехфазной сети. Пути уменьшения высших гармоник напряжения	
Модуль 8. Автоматизация и релейная защита			
26	8.1 Автоматизация и релейная защита в системах электроснабжения. Типы релейной защиты и автоматики.	Основные сведения релейной защиты и автоматики. Основные требования, предъявляемые к релейной защите. Основные принципы действия релейной защиты. Защита плавкими предохранителями, автоматическими выключателями. Реле и их разновидности. Защита кабельных линий. Защита трансформаторов.	

9.4 Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1	Модуль 3. Схемные решения элементов систем электроснабжения		4
	9	Масляный (ВМП-10) и вакуумный (ВВ/TEL-10) выключатели.	2
	10	Разъединители, отделители, короткозамыкатели, выключатели нагрузки. Плавкие предохранители. Трубочатые и вентильные разрядники.	2
3	Модуль 5. Компенсация реактивной мощности.		2
	6	Исследование линии электропередачи с поперечной емкостной компенсацией.	2
4	Модуль 8. Автоматизация и релейная защита		2
	16	Исследование электромагнитных реле РТ-40 и ЭВ-235 с использованием измерительных комплектов К512-К514.	2
			8

9.5 Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
	Модуль 2. Расчетные электрические нагрузки электроприемников, потребителей, элементов и узлов нагрузки систем электроснабжения		

	5	4.2 Определение расчетных электрических нагрузок упрощенными методами	2
Модуль 4. Расчет токов коротких замыканий			
		4.2 Расчет однофазных токов короткого замыкания в линиях напряжением 10 кВ и 0,38 кВ.	2
4	Модуль 7. Режимы работы системы электроснабжения		
		7.1 Определение допустимой потери мощности	2
	Итого		6

9.6 Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Всего часов	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля
1	Модуль 1. Структуры и параметры систем электроснабжения			
1	Электрификация жизнедеятельности человека.	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Контрольный опрос
2	Понятие процесса электроснабжения и системы электроснабжения ее место в электроэнергетике.	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Контрольный опрос
3	Общая характеристика систем электроснабжения объектов промышленных предприятий	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Контрольный опрос
	Модуль 2. Расчетные электрические нагрузки электроприемников, потребителей, элементов и узлов нагрузки систем электроснабжения			
4	2.1 Понятие электрической нагрузки как случайного процесса. Расчетная нагрузка по нагреву основные понятия.	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Контрольный опрос
5	2.2 Методики определения величины расчетной нагрузки	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контрольный опрос
	Модуль 3. Схемные решения элементов систем электроснабжения			
6	3.1 Центр электрического питания. Высоковольтная распределительная сеть.	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Контрольный опрос
7	3.2 Трансформаторные подстанции 10/0,4 кВ. Низковольтные распределительные сети.	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Контрольный опрос
8	3.3 Конструктивное исполнение электрических сетей	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Контрольный опрос
9	3.4 Выбор элементов системы электроснабжения	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Контрольный опрос
10	3.5 Выбор электрических аппаратов.	8	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Контрольный опрос
				Зачет
	Модуль 4. Расчет токов коротких замыканий			
11	4.1 Общие сведения. Термические и электродинамические процессы в элементах систем электроснабжения.	5	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Контрольный опрос

12	4.2 Параметры обратной и нулевой последовательности различных элементов ЭЭС	3	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Контрольный опрос
15	4.3 Проверка элементов систем электроснабжения на действия токов коротких замыканий. Параметры обратной и нулевой последовательности различных элементов.	2	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Контрольный опрос
Модуль 5. Компенсация реактивной мощности.				
19	5.1 Общие сведения. Проблема компенсации реактивной мощности в системах электроснабжения.	5	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции,	Контрольный опрос
20	5.2 Экономические и технические характеристики различных видов компенсирующих устройств.	2	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Контрольный опрос
21	5.3 Источники реактивной мощности. Схемы и конструкции конденсаторных установок	3	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Контрольный опрос
Модуль 6. Качество электроэнергии и его обеспечение в системах электроснабжения.				
23	6.1 Показатели качества электроэнергии и их нормирование.	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Контрольный опрос
24	6.2 Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников. Регулирование показателей качества напряжения в системах электроснабжения объектов.	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Контрольный опрос
Модуль 7. Режимы работы системы электроснабжения				
27	7.2 Расчет потерь мощности и напряжений в системе электроснабжения. Расчет высших гармоник напряжения в системе электроснабжения.	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Контрольный опрос
Модуль 8. Автоматизация и релейная защита				
	8.1 Автоматизация и релейная защита в системах электроснабжения. Типы релейной защиты и автоматики.	4	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Контрольный опрос
		9		Курсовая работа (9)Экзамен
		91		

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ

Направление подготовки *«Теплоэнергетика и теплотехника»*

Профиль *«Энергообеспечение предприятий»*

Квалификация (степень) выпускника – *бакалавр*

Форма обучения – *очная, заочная*

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ

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	ОПК -2, ПК-1	п. 3.1.1	п. 3.2.1	п. 3.3.1
2.	Рабочие и аварийные режимы сельских электрических сетей	ОПК -2, ПК-1	п. 3.1.2	п. 3.2.2	п. 3.3.2
3.	Аппараты и оборудование систем сельского электроснабжения	ОПК -2, ПК-1	п. 3.1.3	п. 3.2.3	п. 3.3.3
4.	Релейная защита и автоматика систем сельского электроснабжения	ОПК -2, ПК-1	п. 3.1.4	п. 3.2.4	п. 3.3.4
5.	Основные показатели, проектирование и эксплуатация систем сельского электроснабжения	ОПК -2, ПК-1	п. 3.1.5	п. 3.2.5	п. 3.3.5

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)
ОПК - 2	способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	основные законы естественнонаучных дисциплин, основные законы естествознания методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	базовыми знаниями в области естественнонаучных дисциплин
ПК – 1	способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	Методы и способы сбора и анализа информации необходимой для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	Собирать необходимую информацию, анализировать исходные данные для проектирования энергообъектов в соответствии с нормативной документацией	базовыми знаниями сбора анализа и обработки информации

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

Сформированность каждой компетенции в рамках освоения дисциплины оценивается по шкале:

- *удовлетворительно*, является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- *хорошо*, характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- *отлично*, характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

Для оценки сформированности компетенций в рамках дисциплины в целом, преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в ответах студента на экзаменационные вопросы, решение задач, а также результаты участия в научной работе, олимпиадах и конкурсах.

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).

Критерии оценивания уровня освоенности компетенций на всех этапах их формирования при проведении экзамена определяются по четырехбалльной системе: *«отлично»*, *«хорошо»*, *«удовлетворительно»*, *«неудовлетворительно»*.

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

3.1 Типовые задания для оценки знаний, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (1-й этап)

3.1.1 Модуль 1. Структуры и параметры систем электроснабжения.

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.

3.1.2 Модуль 2. Расчетные электрические нагрузки электроприемников, потребителей, элементов и узлов нагрузки систем электроснабжения

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 опор?
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.

3.1.3 Модуль 3. Схемные решения элементов систем электроснабжения

16. Что такое система электроснабжения?
17. Что такое граница раздела балансовой принадлежности электрических сетей?
18. Что такое центр электропитания систем электроснабжения?
19. Приведите классификацию центров электропитания и покажите их связь с напряжением питающих сетей?
20. Перечислите основные структурные части системы электроснабжения предприятия.
21. Какова роль распределительных пунктов в распределительных сетях системы электроснабжения предприятия.
22. Какие требования предъявляются к системам электроснабжения предприятия?
23. Укажите все возможные схемы распределительного устройства высокого напряжения главных понизительных подстанций
24. Когда применяется глухое подключение питающей линии к силовому трансформатору ТП 10/0,4 кВ?
25. какие бывают схемы распределительного устройства высокого напряжения ТП 10/0,4 кВ?
26. Какой способ размещения трансформаторных подстанций является наиболее экономичным?
27. Чем отличается схема электрической сети с двухсторонним питанием от кольцевой схемы ?
28. В чем заключаются основные особенности радиальных схем электрических сетей системы электроснабжения в отличие от магистральных?

29. В чем состоит назначение распределительных пунктов низковольтных распределительных сетей?
30. Перечислите типовые схемы распределительных сетей.
31. Перечислите мероприятия, применяемые для нормальной работы подвижных размыкаемых контактов.
32. Назовите способы гашения электрической дуги
33. Чем отличаются по назначению и устройству разъединители, выключатели нагрузки и выключатели?
34. Как можно отключить районную трансформаторную подстанцию от системы с помощью отделителя и короткозамыкателя?
35. Назовите виды погрешностей измерений, проводимых с помощью трансформаторов тока и напряжения.
36. Назовите тип подстанций по способу их присоединения к питающей сети. Какие схемы электрических соединений применяют на стороне высшего напряжения подстанции?
37. Каково конструктивное исполнение распределительных устройств напряжением 35-110 кВ подстанций сельских районов?
38. Какие электрические аппараты используют в схемах потребительских подстанций напряжением 10/0,38 кВ?
39. Какую аппаратуру размещают в РУ напряжением 0,38 кВ потребительской подстанции?
40. Как выбрать число агрегатов на ДЭС?

3.1.4 Модуль 4. Расчет токов коротких замыканий

14. В чем состоят основные причины возникновения коротких замыканий?
15. Какие существуют виды коротких замыканий?
16. В чем заключается термическое действие тока короткого замыкания на элемент электрической сети?
17. В чем заключается электродинамическое действие тока короткого замыкания на элемент электрической сети?
18. Каковы особенности расчета токов коротких замыканий в сетях до 1000 В?
19. В чем состоит отличие целей и задач расчета трехфазных и однофазных токов КЗ?
20. Каковы основные положения и допущения, используемые при расчете трехфазных и однофазных КЗ в сетях до 1000 В? Какие при этом имеются основные трудности?
21. В чем состоит проблема учета сопротивления дуги и как она решается?
22. Что является критерием проверки элементов электрических сетей на термическую стойкость?
23. Что является критерием проверки элементов электрических сетей на электродинамическую стойкость?
24. Что является расчетной точкой и какой вид короткого замыкания принимается при проверке элементов электрических сетей на термическую и электродинамическую устойчивость?
25. Для решения каких задач рассчитываются токи однофазных коротких замыканий в электрических сетях до 1000 В?
26. В чем заключаются принципы проверки элементов электрических сетей на термическую и электродинамическую устойчивость?

3.1.5 Модуль 5. Компенсация реактивной мощности.

11. Что такое реактивная мощность, в чем ее физический смысл?
12. В чем состоит принципиальное отличие реактивной энергии от активной?
13. Поясните понятия выработки и потребления реактивной энергии.
14. Какие физические устройства являются потребителями реактивной мощности?
15. Перечислите источники реактивной мощности и дайте их сравнительную характеристику.
16. В чем состоит смысл компенсации реактивной мощности?
17. Поясните преимущества и недостатки индивидуальной компенсации реактивной мощности.

18. Поясните принцип решения задачи компенсации реактивной мощности в системе электроснабжения.

19. Почему в конденсаторных установках конденсаторы соединяются по схеме «треугольник», а не «звезда»?

20. С какой целью выполняется регулирование мощности компенсирующих устройств?

3.1.6 Модуль 6. Качество электроэнергии и его обеспечение в системах электроснабжения

12. В чем состоят качественные свойства электроэнергии?

13. Что такое номинальные и допустимые показатели качества электроэнергии различных электроприемников и электросетей?

14. На чем основывается нормирование показателей качества электроэнергии? Что вкладывается в понятие допустимых показателей?

15. Какие показатели качества электроэнергии устанавливает ГОСТ 13109-97 и каковы их допустимые значения?

16. В каких точках и узлах электрической сети оценивается и нормируется качество электрической энергии?

17. Каковы нормально допустимые и предельно допустимые отклонения напряжения и показатели колебаний напряжения?

18. Каковы допустимые и предельно допустимые значения показателей несинусоидальности кривой напряжения? В чем состоят основные пути уменьшения высших гармоник напряжения в сети?

19. Чем оценивается и как нормируется несимметрия трехфазного напряжения? Какие имеются пути улучшения симметрии напряжений?

20. Каковы причины провалов напряжения и их допустимые параметры? Как решаются проблемы уменьшения ущерба, который может быть вызван провалами напряжения?

21. Каковы причины появления в электрических сетях импульсов напряжения? Какие показатели характеризуют эти импульсы и какие они имеют численные значения? Какие существуют способы уменьшения импульсных перенапряжений?

22. Что такое временные перенапряжения, каковы их причины и какие они имеют параметры?

3.1.7 Модуль 7. Режимы работы системы электроснабжения

23. Каковы причины изменчивости во времени параметров режима работы системы электроснабжения?

24. Какие параметры определяют потери электроэнергии в элементах системы электроснабжения?

25. Перечислите составляющие потерь электроэнергии в трансформаторах.

26. Каковы цели и задачи оценки потерь мощности и электроэнергии в элементах системы электроснабжения?

27. Каковы принципы расчета режима электрической сети по напряжению?

28. Каковы причины, приводящие к отклонению напряжения в узле электрической нагрузки?

29. Назовите технические средства регулирования напряжения в системах электроснабжения.

30. Поясните смысл местного и централизованного регулирования напряжения в системах электроснабжения.

31. Что такое РПН и ПБВ, в чем их различие и какую функцию они выполняют?

32. Каковы отрицательные последствия неравномерности режимов электропотребления?

33. Каковы принципы выравнивания графика электрической нагрузки?

34. Каковы причины появления несинусоидальности напряжений в электрических сетях? В чем состоит негативное влияние высших гармоник напряжения на работу различных электроустановок?

35. Исходные положения, допущения и порядок расчета высших гармоник напряжения в электрических сетях.

36. Составление эквивалентных схем, определение эквивалентных сопротивлений и расчет высших гармоник напряжения.

37. Причины возникновения полюсов и нулей в частотных характеристиках эквивалентных сопротивлений и их влияние на уровень высших гармоник напряжения.

38. Пути снижения уровня высших гармоник напряжения в электрических сетях.

39. Каковы причины возникновения несимметрии напряжений в трехфазных электрических сетях?
40. Какими показателями оценивается степень несимметрии напряжений? Каковы их допустимые значения? В чем состоит негативное влияние несимметрии напряжений на работу различных электроустановок?
41. Как рассчитываются показатели несимметрии напряжения, обусловленные несимметричными нагрузками?
42. Какие имеются пути уменьшения несимметрии напряжения в трехфазных сетях?
43. В чем состоит метод симметричных составляющих и как он используется для расчета показателей несимметрии напряжений в трехфазных сетях?
44. Для частного случая однофазной нагрузки, подключенной на фазное напряжение в трехфазной сети, начертите комплексную схему замещения и определите токи прямой обратной и нулевой последовательностей. Постройте векторную диаграмму этих токов.

3.2 Типовые задания для оценки умений, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (2-й этап)

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

3.2.1 Структуры и параметры систем электроснабжения

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.

3.2.2 Модуль 2. Расчетные электрические нагрузки электроприемников, потребителей, элементов и узлов нагрузки систем электроснабжения

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.

3.2.3 Модуль 3. Схемные решения элементов систем 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. Требования к системам электроснабжения

4.2.4 Модуль 4. Расчет токов коротких замыканий

1. Расчет токов короткого замыкания в именованных единицах
2. Расчет токов короткого замыкания в относительных единицах
3. Что называется ударным током?
4. Что называется аперiodической составляющей тока КЗ?

3.2.5 Модуль 5. Компенсация реактивной мощности.

1. Что называется поперечной компенсацией ?
2. Что называется емкостной компенсацией ?
3. К чему приводит низкий коэффициент мощности?

3.2.6 Модуль 6. Качество электроэнергии и его обеспечение в системах 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.

1.2.7 Модуль 7. Режимы работы системы электроснабжения

1. Что такое РПН и ПБВ, в чем их различие и какую функцию они выполняют?
2. Методы расчета системы электроснабжения

3.2.8 Модуль 8. Автоматизация и релейная защита

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.

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

3.3.1 Модуль 1. Структуры и параметры систем электроснабжения

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.

3.3.2 Расчетные электрические нагрузки электроприемников, потребителей, элементов и узлов нагрузки систем электроснабжения

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.

3.3.3 Модуль 3. Схемные решения элементов систем электроснабжения

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%

3.3.4 Модуль 4. Расчет токов коротких замыканий

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

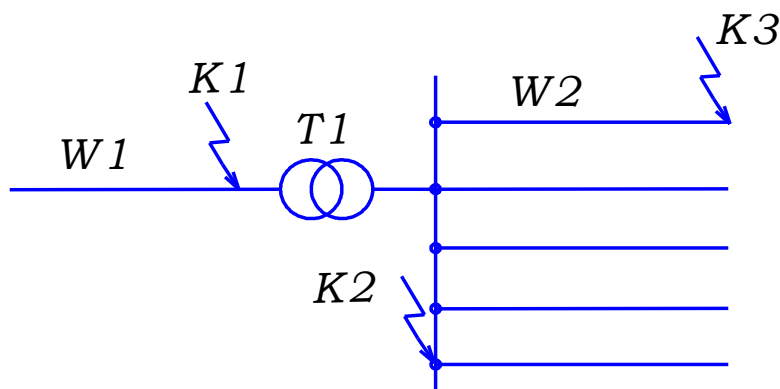
Исходные данные для расчета:

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

2. Величина полного мгновенного тока КЗ равна

- 1) алгебраической сумме периодического и апериодического токов
- 2) алгебраической разности периодического и апериодического токов

3. составить по заданной расчетной схеме электроснабжения схему замещения для расчета токов короткого замыкания в точках К1, К2 и К3;



і. Модуль 5. Компенсация реактивной мощности

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; $R_{0\text{ AC}50}=0,6$ Ом/км; $R_{0\text{ AC}35}=0,8$ 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: $\Delta U_{\text{доп}}=8\%$, $U_{\text{ном}}=35$ кВ, провод марки АС. Принять коэффициент одновременности равным единице, $X_0=0,4$ Ом/км; $\gamma=0,032$ км/Ом*мм².

4.3.6 Модуль 6. Качество электроэнергии и его обеспечение в системах электроснабжения

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

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

3. 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 $\cos \varphi$ (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.

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

4.3.7 Модуль 7. Режимы работы системы 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.

4.3.8 Модуль 8. Автоматизация и релейная защита

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.

Структура курсовой работы

Предусматривает выполнение следующих разделов:

Структура курсовой работы

1. Титульный лист
2. Задание на курсовое проектирование
3. Аннотация
4. Оглавление
5. Введение
6. Расчет электрических нагрузок производственных объектов. Определение мощности и выбор трансформаторов
7. Электрический расчет линии 10 кВ.
8. Электрический расчет линии 0,38 кВ
9. Конструктивное выполнение линий 0,38 кВ, 10 кВ и ТП 10/0,4 кВ блочного типа.
10. Техничко-экономическая часть проекта.

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. Характеристика системы электроснабжения, структура систем электроснабжения.
2. Основные требования, предъявляемые к системам электроснабжения.
3. Классификация и характеристика приемников электрической энергии.
4. Графики нагрузок. Основные понятия.
5. Графики нагрузок. Суточные, годовые ГН и их характеристики
6. Коэффициенты характеризующие графики нагрузок.
7. Показатели нагрузок характеризующие индивидуальные электроприемники.
8. Показатели нагрузок характеризующие группу электроприемников.
9. Основные методы расчета электрических нагрузок (по номинальной мощности и коэффициенту спроса)
10. Основные методы расчета электрических нагрузок (по номинальной мощности и коэффициенту использования).
11. Основные методы расчета электрических нагрузок (по средней мощности и расчетному коэффициенту)
12. Основные методы расчета электрических нагрузок (по средней мощности и коэффициенту формы графика).
13. Вспомогательные методы расчета электрических нагрузок.
14. Расчетные нагрузки однофазных электроприемников.
15. Определение пиковых нагрузок.
16. Расчет электрических нагрузок на различных уровнях систем электрических сетей.
17. Картограмма электрических нагрузок.
18. Расчет электрических нагрузок методом эффективного числа электроприемников.
19. Способы и средства улучшения качества электроэнергии.
20. Компенсация реактивной мощности. Общие сведения. Батареи конденсаторов.
21. Компенсация реактивной мощности. Общие сведения. Синхронные компенсаторы.
22. Компенсация реактивной мощности. Общие сведения. Шунтирующие реакторы.
23. Автоматизация и релейная защита. Основные требования предъявляемые к релейной защите
24. Максимальная токовая защита (МТЗ).
25. Токовая отсечка (ТО).
26. Направленная МТЗ.
27. Продольная дифференциальная токовая защита.
28. Автоматическое повторное включение (АПВ).
29. Автоматическое включение резерва (АВР).
30. Автоматическое регулирование возбуждения (АРВ) генераторов с токовым компаундированием.

31. АРВ с фазовым компаундированием.
32. Автоматическая форсировка возбуждения (АФВ) генераторов.
33. Автоматическое гашение поля (АГП) генераторов.
34. Синхронизация генераторов.
35. Устройства для определения мест повреждения на ВЛ.
36. Сельские электрические станции.
37. Трансформаторные подстанции (ТП) 10/0,4 кВ.
38. Надёжность электроснабжения.
39. Основные положения технико-экономических расчётов. Стоимость электрических сетей.
40. Годовые эксплуатационные расходы на электрические сети.
41. Затраты на производство и передачу электрической энергии.
42. Технико-экономическое обоснование средств повышения надёжности (СПН) электроснабжения.
43. Новые энергосберегающие электрифицированные технологии, процессы, системы.
44. Новые энергосберегающие установки, энергетическое оборудование, технические средства.
45. Качество ЭЭ.
46. Основные составляющие Системы энергосбережения.
47. Нормы расхода и учёт ЭЭ.
48. «Норма надёжности» электроснабжения.
49. Классификация приводов к коммутационной аппаратуре.
50. Защита трансформаторов.
51. Защита генераторов малой мощности.
52. Трансформаторы тока в схемах релейной защиты.
53. Устройство и работа реле разных типов.
54. Основы горения и гашения электрической дуги.
55. Автоматические воздушные выключатели.
56. Плавкие предохранители.
57. Масляные и безмасляные выключатели.
58. Разъединители, короткозамкватели и отделители.
59. Конденсаторы в электроустановках до и выше 1 кВ.
60. Выбор электрической аппаратуры.
61. Измерительные трансформаторы.
62. Источники оперативного тока.
63. Коэффициент чувствительности токовой отсечки.
64. Привести примеры защит с абсолютной и относительной селективностью.
65. Какая МТЗ называется резервной?
66. Какая МТЗ называется основной?
67. Достоинства и недостатки МТЗ.
68. Как определяется выдержка времени МТЗ?
69. Условия согласования МТЗ.
70. Основные параметры срабатывания МТЗ.
71. Переходное сопротивление электрического контакта.
72. Классификация электрических контактов.
73. Основные требования, предъявляемые к электрическим контактам. В чём заключается их противоречивость?
74. Классификация ТП по способу присоединения к сети высшего напряжения.
75. Технические мероприятия по повышению качества напряжения.
76. Основные технические мероприятия, повышающие надёжность электроснабжения.
77. Как устроена двойная контактная система?
78. Дать характеристику электроприёмникам первой категории надёжности электроснабжения.
79. Классификация и основные параметры реле.
80. Дать характеристику электроприёмникам 2 и 3 категорий надёжности электроснабжения.
81. Основные конструкции контактов.

82. Защита сетей напряжением 0,38 кВ.
83. Классификация устройств АПВ.
84. Общие требования к релейной защите.
85. Требования к устройствам АВР.
86. Выбор схем электрических линий и трансформаторных подстанций.
87. Обеспечение нормативных уровней надежности электроснабжения при проектировании.
88. Проектирование электропроводок в производственных и общественных зданиях.
89. Монтаж воздушных и кабельных линий, трансформаторных подстанций.
90. Основные задачи эксплуатации электрических сетей.
91. Эксплуатация воздушных электрических сетей.
92. Ремонт воздушных электрических сетей.
93. Организация эксплуатации и ремонта электрических сетей.

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

Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Результаты обучения (этапы формирования компетенций)	Компетенции	Содержание оценочных заданий для выявления сформированности компетенций у студентов по завершении освоения дисциплины (уровень освоения)		
		Удовлетворительно (3)	Хорошо (4)	Отлично (5)
Знания, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (1-й этап): основные законы естественнонаучных дисциплин, основные законы естествознания методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОПК-2 ПК-1	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильно 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
Умения, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (2-й этап): выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОПК-2 ПК-1	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильно формулировки методов расчета.	Содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает методы расчета.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Выполнены все предусмотренные программой обучения задания.
Навыки, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (3-й этап):	ОПК-2 ПК-1	Содержание дисциплины освоено частично, но пробелы	Содержание дисциплины освоено полностью, необходи-	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе,

базовыми знаниями в области естественнонаучных дисциплин		не носят существенного характера, задания выполнены, но в них имеются ошибки, при решении задач и при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности.	мые практические компетенции в основном сформированы, Обучающийся твердо знает методы расчета и определения режимных характеристик..	вающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Сформированы практические компетенции. Умеет тесно увязывать теорию с практикой.
--	--	---	--	--

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

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 предприятий

1. Графики нагрузок. Основные понятия.
2. Основные методы расчета электрических нагрузок (по номинальной мощности и коэффициенту использования).
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



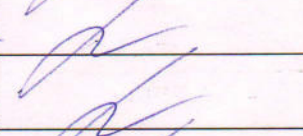
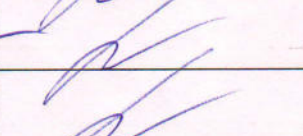
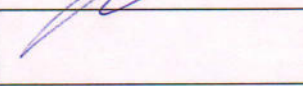

по дисциплине Электроснабжение предприятий

1. Коэффициенты характеризующие графики нагрузок.
2. Показатели нагрузок характеризующие индивидуальные электроприемники.
3. Задача.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры
Заведующий кафедрой

Л.А. Пантелеева

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер изменения	Номер измененного листа	Дата внесения изменения и номер протокола	Подпись ответственного за внесение изменений
1	24, 28	22.09.16 Протокол № 2	
2	23, 28	22.09.17 Протокол № 2	
3	25, 28	22.08.18 Протокол № 2	
4	45, 28	22.09.19 Протокол № 2	
5	44, 28	22.09.20 Протокол № 2	
6	46, 28	20.10.20 Протокол № 5	
7	45, 28	1.08.21 Протокол № 1	