

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.М. КОКОВА»**

Факультет – «Механизации и энергообеспечения предприятий»

Кафедра – «Энергообеспечение предприятий»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
профессор Ю.А. Шекихачев

« 27 » мая 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.1.19 «Электрические системы и сети»

Направление подготовки **13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

Направленность (профиль) **«Электроснабжение»**

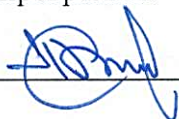
Квалификация выпускника	– бакалавр
Курс обучения	– 4(5)
Семестр	– 8(9)
Форма обучения	– <u>очная (заочная)</u>

Нальчик – 2025

Рабочая программа дисциплины **Б1.В.1.19 «Электрические системы и сети»** составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» утвержденного приказом Минобрнауки России от 28 февраля 2018 г. №144 (далее – ФГОС ВО) и рабочего учебного плана подготовки бакалавров по данному направлению.

Составитель рабочей программы

к.т.н., доцент



А.М. Сохроков

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Энергообеспечение предприятий»

Протокол от «22» мая 2025 г. № 10

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент



А.Г. Фиापшев

Одобрено методической комиссией факультета «Механизация и энергообеспечение предприятий»

Протокол от «23» мая 2025 г. № 9

Председатель МК факультета «Механизация и энергообеспечение предприятий»

д.т.н., профессор



Ю.А. Шекихачев

Согласовано:

Директор научной библиотеки



И.А. Шогенова

«22» мая 2025 г.

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины – формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков по изучению устройств, эксплуатации и основ проектирования электрических систем и сетей; определения и выбора основных параметров электрических систем и сетей; разработки мероприятий по обеспечению качества и надежности электроснабжения.

Задачи дисциплины – ознакомление студентов с характеристиками систем передач и распределения электроэнергии, принципами конструктивного исполнения линий электропередач, методами проектирования и основами расчета режимов электроэнергетических систем, методами регулирования параметров режима, мероприятиями по снижению потерь в сетях, методами регулирования напряжения и частоты.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК-7	Организация и контроль работы исполнителей (на объекте) по техническому обслуживанию и ремонту объектов профессиональной деятельности	ИД-1 ПК-7 Осуществляет свод и учет первичных данных по техническому обслуживанию и ремонту оборудования объектов профессиональной деятельности ИД-2 ПК-7 Осуществляет ведение документации по техническому обслуживанию и ремонту оборудования объектов	Знать: конструкции, параметры и схемы замещения элементов электрических сетей; виды нагрузок и графиков нагрузок, их влияние на потери мощность; критерии выбора оптимальной схемы электрической сети, числа ступеней трансформации электрической энергии; методы учёта первичных данных по техническому обслуживанию и ремонту оборудования объектов профессиональной деятельности Уметь: рассчитывать технико-экономические показатели вариантов сети и выбирать наиболее рациональный вариант; осуществлять сбор и учёт первичных данных по техническому обслуживанию и ремонту оборудования объектов профессиональной деятельности Владеть: навыками проектирования районных электрических сетей, использования справочной литературы и анализа результатов расчетов режимов работы электрических сетей; использования первичных данных по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей Знать: требования к электрическим сетям в плане надежности качества передачи энергии; требования и документации по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей Уметь: определять стоимость теряемой в электрических сетях с учетом значений установившихся значений токов КЗ и так называемого ударного тока; осуществлять

		<p>профессиональной деятельности</p> <p>ИД-3_{ПК-7} Способен обеспечить готовность бригады к выполнению работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования объектов профессиональной деятельности</p> <p>ИД-4_{ПК-7} Квалифицированно осуществляет руководство бригадой по техническому обслуживанию и ремонту объектов профессиональной деятельности</p>	<p>ведение документации по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей</p> <p>Владеть: навыками анализа режимов работы электрических сетей; ведение документации по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей</p> <p>Знать: методику компенсации реактивной мощности в сетях и способы осуществления этой меры улучшения напряжения у потребителя; способы и средства регулирования напряжения в электрических сетях; организации бригады к выполнению работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей</p> <p>Уметь: выбирать силовые трансформаторы с учетом категорийности потребителя и нагрузочной способности этих трансформаторов, средств регулирования напряжения на понижающих подстанциях</p> <p>Владеть: навыками исследовательской работы, в области электроснабжения; организации бригады к выполнению работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей</p> <p>Знать: методы руководства бригадой по техническому обслуживанию и ремонту объектов электрических систем и сетей; методики расчета токов КЗ; возможные режимы работы электрических сетей, условия экономной их работы, как влияет потребитель на себестоимость электрической энергии сетевого предприятия</p> <p>Уметь: осуществлять руководство бригадой по техническому обслуживанию и ремонту объектов электрических систем и сетей; разрабатывать схемы распределительных сетей 6...110 кВ и определять параметры схем замещения основных элементов сетей</p> <p>Владеть: навыками руководства бригадой по техническому обслуживанию и ремонту объектов электрических систем и сетей; расчета параметров электрических устройств и электроустановок, наружных электрических сетей, систем электроснабжения, релейной защиты и автоматики</p>
--	--	--	---

3. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Электрические системы и сети» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» включенных в

учебный план направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»,
направленность (профиль) «Электроснабжение».

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Учебные занятия	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
	семестр	семестр
	8	9
	з.е./час.	з.е./час.
1. Контактная работа, з.е./час, в том числе (час):	3/109	1,03/37
лекции	26(6)*	6(2)*
лабораторные работы	39(10)*	12(4)*
практические занятия	26(6)*	8(2)*
групповые консультации	3	3
курсовой проект	3	3
контрольные балльно-рейтинговые мероприятия	3	
промежуточная аттестация: экзамен	9	5
2. Самостоятельная работа з.е./час, в том числе (час):	3/107	4,97/179
самостоятельное изучение отдельных тем модуля, подготовка к лабораторным работам и т.п.;	70	165
выполнение курсового проекта	10	10
Подготовка к промежуточной аттестации	27	4
Общая трудоемкость з. е./час.	6/216	6/216

(*)* - занятия, проводимые в интерактивных формах.

4.1 Содержание дисциплины (модуля) структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества часов и видов учебных занятий (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины	Аудиторные занятия			Самост. работа
		Лекции	Лабор. работы	Практич. занятия	Сам.изуч. отд. тем
1.	Общая характеристика энергосистем и электрических сетей	2			5
2.	Расчет и характеристики параметров схем замещения элементов воздушных и кабельных линий электропередачи	2(2)*	6(2)*	4(2)*	5
3.	Моделирование и учет электрических нагрузок. Режимные показатели участка электрической сети	2		2	5
4.	Схемы электрических соединений подстанций. Регулирование напряжения в электрических сетях	2	8(2)*	4	5
5.	Высоковольтная электрическая аппаратура ТП, РУ, РП	2(2)*	18(4)*		5
6.	Методики расчета и анализа установившихся режимов электрических сетей	2		2	5
7.	Расчет режимов в электрических сетях нескольких классов номинальных напряжений	2		2	5
8.	Механический расчет воздушных линий	2		2	5

9.	Методики расчета токов короткого замыкания	2		4(2)*	6
10.	Балансы активной и реактивной мощности в энергосистеме	2			6
11.	Основы проектирования электрических сетей. Принципы исполнения релейной защиты и автоматизации работы электрических сетей	2(2)*	7(2)*	4(2)*	6
12.	Компенсация реактивной мощности и регулирование напряжения в электроэнергетических системах	2			6
13.	Методы расчета и анализа потерь мощности и электрической энергии в электрических сетях	2		2	6
Итого:		26(6)*	39(10)*	26(6)*	70

(*) – занятия, проводимые в интерактивных формах.

4.2 Содержание дисциплины (модуля) структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества часов и видов учебных занятий (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины	Аудиторные занятия			Самост. работа
		Лекции	Лабор. работы	Практич. занятия	Сам.изуч. отд. тем
1.	Общая характеристика энергосистем и электрических сетей				12
2.	Расчет и характеристики параметров схем замещения элементов воздушных и кабельных линий электропередачи	0,5(0,5)*		1(1)*	13
3.	Моделирование и учет электрических нагрузок. Режимные показатели участка электрической сети	0,5		1	13
4.	Схемы электрических соединений подстанций. Регулирование напряжения в электрических сетях	0,5(0,5)*	2		12
5.	Высоковольтная электрическая аппаратура ТП, РУ, РП	0,5(0,5)*	8(4)*		12
6.	Методики расчета и анализа установившихся режимов электрических сетей	0,5		1	13
7.	Расчет режимов в электрических сетях нескольких классов номинальных напряжений	0,5		1	13
8.	Механический расчет воздушных линий	0,5		1	12
9.	Методики расчета токов короткого замыкания	0,5		1(1)*	13
10.	Балансы активной и реактивной мощности в энергосистеме	0,5			13
11.	Основы проектирования электрических сетей. Принципы исполнения релейной защиты и автоматизации работы электрических сетей	0,5(0,5)*	2	1	13
12.	Компенсация реактивной мощности и регулирование напряжения в электроэнергетических системах	0,5			13
13.	Методы расчета и анализа потерь мощности и электрической энергии в электрических сетях	0,5		1	13
Итого:		6(2)*	12(4)*	8(2)*	165

(*) – занятия, проводимые в интерактивных формах.

4.3 Содержание разделов дисциплины (модуля)

4.3.1 Лекции

№ п/п	Номер и тема лекции Содержание лекции	Трудоемкость час.	
		очно	заочно
1	Лекция №1 Общая характеристика энергосистем и электрических сетей 1. Основные понятия, термины и определения. Энергетические системы. Характеристика передачи электроэнергии переменным и постоянным током. Характеристика систем передачи электрической энергии. Характеристика систем распределения электрической энергии. 2. Классификация электрических сетей. Режимы работы нейтрали в электрических системах. 3. Показатели качества электрической энергии. Влияние качества электрической энергии на работу электроприемников. Мероприятия и технические средства повышения качества электрической энергии.	2	
2	Лекция №2 Расчет и характеристики параметров схем замещения элементов воздушных и кабельных линий электропередачи 1. Принципы конструктивного исполнения линий электропередачи. Характеристика схем замещения. 2. Схемы замещения линий электропередачи. 3. Общие сведения и характеристики трансформаторов и автотрансформаторов. Двух- и трехобмоточные трансформаторы. Трансформаторы с расщепленными обмотками. Схемы замещения трансформаторов.	2(2)*	0,5(0,5)*
3	Лекция №3 Моделирование и учет электрических нагрузок. Режимные показатели участка электрической сети 1. Определение расчетных нагрузок электрических сетей. Графики нагрузок и их характеристики. Статические характеристики электрических нагрузок. Определение расчетной нагрузки электрических сетей с помощью коэффициента одновременности. Нагрузки комплексов по промышленному производству с/х продукции. 2. Общая характеристика проблемы расчета, анализа и снижения потерь электроэнергии. Метод характерных суточных режимов. Метод средних нагрузок. Метод среднеквадратичных параметров режима. Метод времени наибольших потерь. Метод эквивалентного сопротивления.	2	0,5
4	Лекция №4 Схемы электрических соединений подстанций. Регулирование напряжения в электрических сетях 1. Общие требования к схемам и надежности электроснабжения. Принципы составления схем электропередач. 2. Схемы присоединения подстанций к электрической сети. Типовые схемы распределительных устройств. Схемы городских систем распределения электрической энергии. Принципы построения схем сельских систем распределения электроэнергии. Схемы сетей напряжением до 1 кВ. 3. Падение и потеря напряжения в сетях переменного тока с симметричной нагрузкой фаз. Падение и потеря напряжения в трехфазных сетях переменного тока с неравномерной нагрузкой фаз. Определение допустимой потери напряжения в сети. 4. Регулирование напряжения генераторов сельских электростанций. Применение сетевых регуляторов напряжения и конденсаторов.	2	0,5(0,5)*

5	Лекция №5 Высоковольтная электрическая аппаратура ТП, РУ, РП 1. Основное электрооборудование электростанций и подстанций. Электрические аппараты и токоведущие части распределительных устройств высокого напряжения. 2. Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанции. Выбор и проверка электрических аппаратов: плавких предохранителей, высоковольтных выключателей различной конструкции, разъединителей, короткозамыкателей, отделителей, ограничителей перенапряжения, разрядников и измерительных трансформаторов. 3. Атмосферные перенапряжения и защита от них. Защита электроустановок от прямых ударов молнии. Защита от набегающих волн перенапряжений. Защита линий и оборудования подстанций от перенапряжений. Грозозащитные и повторные заземления в воздушных линиях напряжением 380В.	2(2)*	0,5(0,5)*
6	Лекция №6 Методики расчета и анализа установившихся режимов электрических сетей 1. Общая характеристика задачи расчета и анализа установившихся режимов электрических сетей. 2. Расчет и анализ установившегося режима участка разомкнутой электрической сети. Расчет режима электропередачи разомкнутых электрических сетей. 3. Основные определения о замкнутых электрических сетях. Расчетные нагрузки и схемы замкнутых сетей. Расчет электрического режима сети с двухсторонним питанием. Метод контурных уравнений.	2	0,5
7	Лекция №7 Расчет режимов в электрических сетях нескольких классов номинальных напряжений 1. Определение напряжения на стороне низшего напряжения трансформатора. 2. Расчет режимов сети с различными номинальными напряжениями. 3. Порядок расчета режима сети любой конфигурации. 4. Регулирование напряжения с помощью ответвлений РПН трансформаторов, автотрансформаторов и линейных регуляторов.	2	0,5
8	Лекция №8 Механический расчет воздушных линий 1. Определение механических нагрузок на провода. Механический расчет проводов. 2. Механический расчет опор.	2	0,5
9	Лекция №9 Методики расчета токов короткого замыкания 1. Общие сведения о токах к.з. Трехфазное к.з. в симметричной цепи. Действующее значение тока к.з. Результирующее сопротивление цепи к.к. Электродинамическое и термическое действие токов к.з. 2. Составление и преобразование схем замещения. Расчетные величины токов КЗ. Несимметричные КЗ. 3. Расчет однофазного, междуфазного и двухфазного замыкания на землю.	2	0,5
10	Лекция №10 Балансы активной и реактивной мощности в энергосистеме 1. Балансы мощностей в электроэнергетической системе. 2. Баланс активной мощности и ее связь с частотой. Резерв мощности. 3. Регулирование частоты вращения турбины. Статическая и динамическая характеристики турбины. 4. Регулирование напряжения и частоты в электроэнергетической системе.	2	0,5

	5. Баланс реактивной мощности и ее связь с напряжением. 6. Генерация реактивной мощности. 7. Потребление реактивной мощности. 8. Регулирование напряжения в ЭЭС.		
11	Лекция №11 Основы проектирования электрических сетей. Принципы исполнения релейной защиты и автоматизации работы электрических сетей 1. Общие сведения о проектировании электрических сетей. Выбор варианта развития электрической сети с учетом надежности электроснабжения и требований экологии. Определение электрических нагрузок. Выбор конфигурации схемы и номинального напряжения электрической сети. Выбор сечений проводов ВЛ и жил кабельных линий. 2. Основные экономические показатели. Критерии сравнительной технико-экономической эффективности. Затраты на производство и передачу электроэнергии. 3. Релейная защита элементов электрических сетей. Токовая отсечка. Дифференциальная токовая защита. Автоматизация систем электроснабжения (АПВ ЛЭП, АВР питания, АВ синхронных генераторов на параллельную работу).	2(2)*	0,5(0,5)*
12	Лекция №12 Компенсация реактивной мощности и регулирование напряжения в электроэнергетических системах 1. Компенсация реактивной мощности. Современное состояние проблемы компенсации реактивной мощности. 2. Источники и потребители реактивной мощности. 3. Методы регулирования напряжения. 4. Технические средства компенсации реактивной мощности и регулирования напряжения: синхронные генераторы; синхронные компенсаторы; статические источники реактивной мощности; батареи конденсаторов	2	0,5
13	Лекция №13 Методы расчета и анализа потерь мощности и электрической энергии в электрических сетях 1. Общая характеристика проблемы потерь электроэнергии. 2. Расчет потерь мощности и электроэнергии в элементах ЭЭС. 3. Анализ потерь мощности и электроэнергии. 4. Основные мероприятия, направленные на снижение потерь электроэнергии	2	0,5
Итого:		26(6)*	6(2)*

(*) – занятия, проводимые в интерактивных формах.

4.3.2 Лабораторные работы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Номер и тема лабораторной работы	Трудоемкость час.	
			очно	заочно
1	Общая характеристика энергосистем и электрических сетей			
2	Расчет и характеристики параметров схем замещения элементов воздушных и кабельных линий электропередачи	Лаб.раб.№1. Устройство, принцип работы и схемы замещения силовых трансформаторов.	6(2)*	
3	Моделирование и учет электрических нагрузок.			

	Режимные показатели участка электрической сети			
--	---	--	--	--

4	Схемы электрических соединений подстанций. Регулирование напряжения в электрических сетях	Лаб.раб.№2. Изучение схем и конструкции ТП напряжением 6...10/0,38 кВ и 35...110/10 кВ. Лаб.раб.№3. Изучение схем и конструкций КРУ	4(2)* 4	1 1
5	Высоковольтная электрическая аппаратура ТП, РУ, РП	Лаб.раб.№4. Высоковольтные автоматические выключатели. Лаб.раб.№5. Разъединители, короткозамыкатели, отделители и устройства защиты от наведенных перенапряжений. Лаб.раб.№6. Изучение конструкции и схем подключения измерительных трансформаторов (трансформаторы тока и напряжения).	6(2)* 6(2)* 6	4(2)* 2 2(2)*
6	Методики расчета и анализа установившихся режимов электрических сетей			
7	Расчет режимов в электрических сетях нескольких классов номинальных напряжений			
8	Механический расчет воздушных линий			
9	Методики расчета токов короткого замыкания			
10	Балансы активной и реактивной мощности в энергосистеме			
11	Основы проектирования электрических сетей. Принципы исполнения релейной защиты и автоматизации работы электрических сетей	Лаб.раб.№7. Максимальные токовые защиты с независимой выдержкой времени. Токовые отсеки. Лаб.раб.№8. Релейные элементы в схемах АПВ воздушной линии электропередачи.	4(2)* 3	1 1
12	Компенсация реактивной мощности и регулирование напряжения в электроэнергетических системах			
13	Методы расчета и анализа потерь мощности и электрической энергии в электрических сетях			
		Итого:	39(10)*	12(4)*

(*) – занятия, проводимые в интерактивных формах.

4.3.3 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Номер и тема практического занятия	Трудоемкость час.	
			очно	заочно
1	Общая характеристика энергосистем и электрических сетей			
2	Расчет и характеристики	Практ.зан.1. Параметры схемы	4(2)*	1(1)*

	параметров схем замещения элементов воздушных и кабельных линий электропередачи	замещения и потери мощности трансформаторов и автотрансформаторов		
3	Моделирование и учет электрических нагрузок. Режимные показатели участка электрической сети	Практ.зан.2. Расчетные нагрузки подстанций	2	1
4	Схемы электрических соединений подстанций. Регулирование напряжения в электрических сетях	Практ.зан.3. Расчет режима кольцевой сети и сети двух номинальных напряжений	4	
5	Высоковольтная электрическая аппаратура ТП, РУ, РП			
6	Методики расчета и анализа установившихся режимов электрических сетей	Практ.зан.4. Расчет режима линии электропередачи	2	1
7	Расчет режимов в электрических сетях нескольких классов номинальных напряжений	Практ.зан.5. Расчет режимов в электрических сетях нескольких классов номинальных напряжений	2	1
8	Механический расчет воздушных линий	Практ.зан.6. Механический расчет воздушных ЛЭП	2	1
9	Методики расчета токов короткого замыкания	Практ.зан.7. Расчет токов короткого замыкания в сложных цепях высокого напряжения.	4(2)*	1(1)*
10	Балансы активной и реактивной мощности в энергосистеме			
11	Основы проектирования электрических сетей. Принципы исполнения релейной защиты и автоматизации работы электрических сетей	Практ.зан.8. Расчёт систем защиты линий электропередачи	4(2)*	1
12	Компенсация реактивной мощности и регулирование напряжения в электроэнергетических системах			
13	Методы расчета и анализа потерь мощности и электрической энергии в электрических сетях	Практ.зан.9. расчета потерь мощности в электрических сетях	2	1
		Итого:	26(6)*	8(2)*

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «**Электрические системы и сети**» в научной библиотеке университета имеется достаточное количество учебников и учебных пособий. Кроме этого, надо отметить, что для полноты обеспечения самостоятельной работы с учебно-методической документацией по данной дисциплине разработаны для внутривузовского пользования следующие учебные пособия и методические указания:

1. Учебно-методическое пособие к выполнению лабораторных работ по дисциплине «**Электрические системы и сети**», для студентов направления подготовки 13.03.02 «**Электроэнергетика и электротехника**» очной и заочной форм обучения [Текст]: / А.М. Сохроков. – Нальчик: ФГБОУ ВО КБАУ им. В.М. Кокова, 2022. -60с.
2. Учебно-методическое пособие к практическим занятиям по дисциплине «**Электрические системы и сети**», для студентов направления подготовки 13.03.02 «**Электроэнергетика и**

электротехника» очной и заочной форм обучения [Текст]: / А.М. Сохроков. – Нальчик: ФГБОУ ВО КБГАУ им. В.М. Кокова, 2022. -60с.

3. Учебно-методическое пособие к выполнению курсового проекта по дисциплине «Электрические системы и сети» для направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» очной и заочной форм обучения [Текст]: / А.М. Сохроков. – Нальчик: ФГБОУ ВО КБГАУ им. В.М. Кокова, 2022. -60с.

На самостоятельную работу при изучении данной дисциплины отводится по очной (заочной) формам обучения соответственно **107(179)** часов, из них **70(165)** часов выделяется на самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов. При самостоятельном изучении отдельных вопросов и тем основными видами самостоятельной работы обучающихся являются: проработка учебников, учебных пособий, учебно-методической литературы и информационно-образовательных ресурсов, конспектирование материалов, подготовка к выполнению лабораторных работ, к опросу, тестированию, к контрольным балльно-рейтинговым мероприятиям, подготовка к промежуточной аттестации.

На очной форме обучения контроль самостоятельной работы, чаще всего осуществляется перед началом чтения лекции, выполнения лабораторных работ, во время проведения балльно-рейтинговых контрольных мероприятий и промежуточной аттестации.

На заочной форме обучения, контроль самостоятельной работы осуществляется только во время промежуточной аттестации.

Выделяемый на самостоятельное выполнение курсового проекта объем часов, (**10** на очной и заочной формах обучения), используется для самостоятельной работы обучающихся (выполнение и оформление курсового проекта). Контроль самостоятельной работы здесь осуществляется проверкой проекта на правильность выполнения и оформления и его защитой автором.

Объем часов выделяемых для подготовки к промежуточной аттестации (**27 ч.** по очной форме и **4 ч.** по заочной форме обучения), используется для самостоятельной подготовки обучающихся к экзаменам. Данный этап является завершающим при изучении дисциплины и контроль самостоятельной работы осуществляется на промежуточной аттестации.

№ разд ела	Тема и вопросы самостоятельной работы студентов	Объем часов очно (заочно)	Перечень учебно- методического обеспечения	Форма контроля
1	Мероприятия и технические средства повышения качества электрической энергии	5(12)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче экзамена. Защита лабораторных и практических работ
2	Трансформаторы с расщепленными обмотками	5(13)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче экзамена. Защита лабораторных и практических работ
3	Оценка максимальной токовой защиты. Токовая отсечка с пуском (блокировкой) по напряжению. Оценка токовой отсечки.	5(13)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче экзамена. Защита лабораторных и практических работ
4	Метод средних нагрузок. Метод эквивалентного сопротивления.	5(12)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче экзамена. Защита лабораторных и практических работ
5	Грозозащитные и повторные заземления в воздушных линиях напряжением 380В	5(12)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче экзамена. Защита лабораторных и практических работ
6	Расчет электрического режима сети с двухсторонним питанием. Метод контурных уравнений	5(13)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Ответ во время проведения балльно-рейтинговым контрольных мероприятий
7	Регулирование напряжения с помощью ответвлений РПН автотрансформаторов и линейных регуляторов	5(13)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче экзамена. Защита лабораторных и практических работ

8	Механический расчет опор	5(12)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче экзамена. Защита лабораторных и практических работ
9	Расчетные величины токов КЗ. Несимметричные КЗ	6(13)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче экзамена. Защита лабораторных и практических работ

10	Потребление реактивной мощности	6(13)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче экзамена. Защита лабораторных и практических работ
11	Автоматизация систем электроснабжения (АВР питания, АВ синхронных генераторов на параллельную работу)	6(13)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче экзамена. Защита лабораторных и практических работ
12	Технические средства компенсации реактивной мощности и регулирования напряжения	6(13)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче экзамена. Защита лабораторных и практических работ
13	Основные мероприятия, направленные на снижение потерь электроэнергии	6(13)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Ответ во время проведения балльно-рейтинговым контрольных мероприятий
14	Выполнение курсового проекта	10(10)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Защита курсового проекта
15	Подготовка к промежуточной аттестации	27(4)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Сдача экзамена
Итого:		107(179)		

* Перечень учебно-методического обеспечения приведен в разделе 8.

6. Фонд оценочных средств, для проведения текущего и промежуточного контроля обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования при текущем и промежуточном контроле знаний обучающихся

№ модуля	Структурированные модули	Коды формируемых компетенций	Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины
1.	Общая характеристика энергосистем и электрических сетей	ПК-7	1-ый рейтинг-контроль. (Рейтинговые контрольные мероприятия (контрольные работы, тесты) подготовка к выполнению лабораторной и практической работы и их защита)
2.	Расчет и характеристики параметров схем замещения элементов воздушных и кабельных линий электропередачи		
3.	Моделирование и учет электрических нагрузок. Режимные показатели участка электрической сети		
4.	Схемы электрических соединений подстанций. Регулирование напряжения в электрических сетях		
5.	Высоковольтная электрическая аппаратура ТП, РУ, РП		
6.	Методики расчета и анализа установившихся режимов электрических сетей		
7.	Расчет режимов в электрических сетях нескольких классов номинальных напряжений	ПК-7	2-ой рейтинг-контроль. (Рейтинговые контрольные мероприятия (контрольные работы, тесты) подготовка к выполнению лабораторной и практической работы и их защита)
8.	Механический расчет воздушных линий		
9.	Методики расчета токов короткого замыкания		
10.	Балансы активной и реактивной мощности в энергосистеме		
11.	Основы проектирования электрических сетей. Принципы исполнения релейной защиты и автоматизации работы электрических сетей		
12.	Компенсация реактивной мощности и регулирование напряжения в электроэнергетических системах		
13.	Методы расчета и анализа потерь мощности и электрической энергии в электрических сетях		

6.2 Показатели и критерии оценивания индикаторов достижения компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания при текущем и промежуточном контроле знаний обучающихся.

Текущий контроль – это непрерывное отслеживание освоения индикаторов достижения универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций по дисциплине.

Промежуточный контроль проводится с целью оценки усвоения студентами материала крупного модуля или раздела учебной дисциплины. В течение семестра проводится два таких контрольных мероприятий, согласно календарного учебного графика. Промежуточный контроль – это своего рода микроэкзамен по пройденному материалу учебной дисциплины. Он может проводиться, как в устной, так и в письменной форме, а также в виде тестового контроля.

Оценка знаний студентов осуществляется в баллах с учетом:

- оценки (текущего контроля) за работу в семестре (оценки за выполнение контрольных заданий, за выполнение и успешную защиту лабораторных работ, за активное участие на семинарских и практических занятиях);
- оценки промежуточных знаний на рейтинговых мероприятиях (тестовые задания и коллоквиум);

Для определения оценки за работу в семестре и оценки промежуточных знаний на рейтинговых мероприятиях содержательная часть рабочей программы четко структурируется на содержательные модули из которых формируется два блока (модуля), с периодами изучения равными периодам проведения рейтинг-контроля.

Таким образом, устанавливается объем дисциплины, подлежащей оценке качества усвоения в рамках блоков. При этом каждая контрольная точка оценивается в 30 баллов, из которых на долю текущего контроля приходится 15 баллов, а остальные 15 баллов студент может получить по результатам промежуточного контроля.

Критериями оценки сформированности компетенций являются уровень освоения обучающимися знаний, умений и навыков, которыми они должны обладать при изучении разделов (модулей) дисциплин.

Согласно этих критериев при разработке шкал оценивания руководствуемся следующим:

15-20 баллов – студент получает при **высоком** уровне овладения компетенциями и освоения знаний, умений и теоретического материала без пробелов; выполнении всех заданий, предусмотренных учебным планом на высоком качественном уровне; сформировании практических навыков, профессионального применения освоенных знаний;

Это позволяет получить студенту «автоматом» (при 55 и более баллов) или на промежуточной аттестации (при 45 и более баллов) оценку «отлично».

10-14 баллов – студент получает при **среднем** уровне овладения компетенциями и освоении знаний, умений и теоретического материала, когда учебные задания не оценены максимальным числом баллов, и в основном сформированы практические навыки.

До 10 баллов – студент получает при **пороговом** уровне овладения компетенциями и частично с пробелом освоении знания, умения и теоретического материала, некачественном выполнении учебных заданий, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, в случаях не сформирования некоторых практических навыков.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Рабочей программой дисциплины «**Электрические системы и сети**» предусмотрено участие дисциплины в формировании следующих компетенций:

ПК-7 – Организация и контроль работы исполнителей (на объекте) по техническому обслуживанию и ремонту объектов профессиональной деятельности.

В процессе освоения образовательной программы компетенции **ПК-7** формируются при изучении дисциплин, прохождении практик и ГИА.

Этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы «Электроэнергетика и электротехника»

Код компетенции	Дисциплины, практики, ГИА, через которые формируется компетенция (компоненты)	Этапы формирования компетенции в процессе освоения образовательной программы
ПК-7	Б1.В.1.14 Электрические станции и подстанции	5
	Б1.В.1.16 Монтаж электрооборудования	7
	Б1.В.1.17 Электропривод	8
	Б1.В.1.18 Электроснабжение промышленных и сельскохозяйственных предприятий	8
	Б1.В.1.19 Электрические системы и сети	8
	Б2.О.05(Пд) Производственная практика, преддипломная	8
	Б3.01(Д) Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	8

* Этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы определяются семестром изучения дисциплин и прохождения практик.

7.2. Описание показателей индикаторов достижения компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов. В основу балльно-рейтинговой системы (БРС) положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего, промежуточного контроля и промежуточной аттестации знаний.

Промежуточная аттестация – экзамен.

При модульной системе основным стимулом к регулярной работе студентов является возможность быть освобожденным от семестрового экзамена (получить их «автоматом»). Для этого студент должен выполнить следующие условия:

- не иметь по промежуточным модулям **0** баллов;
- если студент по итогам текущего рейтинга набрал в семестре **49-54** баллов то он получает, «автоматом» оценку – «хорошо», **55** и выше «отлично».

Максимальная сумма баллов, которую студент может набрать за семестр составляет **100** баллов, из которых на текущий и промежуточный контроль отводится **60** баллов. Оставшиеся **40** баллов – это сумма баллов, которую студент может набрать по результатам промежуточной аттестации (экзамен).

Студент, получивший по итогам текущего и промежуточного контроля меньше **45** баллов, не может претендовать на оценку «отлично».

Индикаторы достижения компетенции*

Код и наименование индикатора достижения компетенции, этапы освоения	Планируемые результаты обучения	Соответствие индикатора достижения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания			
		минимальный	пороговый	средний	высокий
		0-59	60-69	70-84	85-100
		Оценка			
		неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
ИД-1 ПК-7 Осуществляет свод и учет первичных данных по техническому обслуживанию и ремонту оборудования объектов профессиона	Знать: конструкции, параметры и схемы замещения элементов электрических сетей; виды нагрузок и графиков нагрузок, их влияние на потери мощность; критерии выбора	Не знает конструкции, параметры и схемы замещения элементов электрических сетей; виды нагрузок и графиков нагрузок, их влияние на потери мощность; критерии выбора оптимальной схемы электрической сети, числа ступеней трансформации электрической энергии;	Частично знает конструкции, параметры и схемы замещения элементов электрических сетей; виды нагрузок и графиков нагрузок, их влияние на потери мощность; критерии выбора оптимальной схемы электрической сети, числа ступеней трансформации	Знает на достаточно высоком уровне конструкции, параметры и схемы замещения элементов электрических сетей; виды нагрузок и графиков нагрузок, их влияние на потери мощность;	На высоком уровне знает конструкции, параметры и схемы замещения элементов электрических сетей; виды нагрузок и графиков нагрузок, их влияние на потери мощность;

Код и наименование индикатора достижения компетенции, этапы освоения	Планируемые результаты обучения	Соответствие индикатора достижения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания			
		минимальный	пороговый	средний	высокий
		0-59	60-69	70-84	85-100
		Оценка			
		неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
Код и наименование индикатора достижения компетенции, этапы освоения	оптимальной схемы электрической сети, числа ступеней трансформации электрической энергии; методы учёта первичных данных по техническому обслуживанию и ремонту оборудования объектов профессиональной деятельности	методы учёта первичных данных по техническому обслуживанию и ремонту оборудования объектов профессиональной деятельности	электрической энергии; методы учёта первичных данных по техническому обслуживанию и ремонту оборудования объектов профессиональной деятельности	критерии выбора оптимальной схемы электрической сети, числа ступеней трансформации электрической энергии; методы учёта первичных данных по техническому обслуживанию и ремонту оборудования объектов профессиональной деятельности	критерии выбора оптимальной схемы электрической сети, числа ступеней трансформации электрической энергии; методы учёта первичных данных по техническому обслуживанию и ремонту оборудования объектов профессиональной деятельности
	Уметь: рассчитывать технико-экономические показатели вариантов сети и выбирать наиболее рациональный вариант; осуществлять сбор и учёт первичных данных по техническому обслуживанию и ремонту оборудования объектов профессиональной деятельности	Не умеет рассчитывать технико-экономические показатели вариантов сети и выбирать наиболее рациональный вариант; осуществлять сбор и учёт первичных данных по техническому обслуживанию и ремонту оборудования объектов профессиональной деятельности	Не в полной мере умеет рассчитывать технико-экономические показатели вариантов сети и выбирать наиболее рациональный вариант; осуществлять сбор и учёт первичных данных по техническому обслуживанию и ремонту оборудования объектов профессиональной деятельности	На достаточно хорошем уровне умеет рассчитывать технико-экономические показатели вариантов сети и выбирать наиболее рациональный вариант; осуществлять сбор и учёт первичных данных по техническому обслуживанию и ремонту оборудования объектов профессиональной деятельности	На высоком уровне умеет рассчитывать технико-экономические показатели вариантов сети и выбирать наиболее рациональный вариант; осуществлять сбор и учёт первичных данных по техническому обслуживанию и ремонту оборудования объектов профессиональной деятельности
	Владеть: навыками проектирования районных электрических сетей, использования справочной литературы и анализа результатов расчетов режимов работы электрических сетей; использования первичных данных по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей	Не владеет навыками проектирования районных электрических сетей, использования справочной литературы и анализа результатов расчетов режимов работы электрических сетей; использования первичных данных по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей	Знаком с некоторыми навыками проектирования районных электрических сетей, использования справочной литературы и анализа результатов расчетов режимов работы электрических сетей; использования первичных данных по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей	Владеет навыками проектирования районных электрических сетей, использования справочной литературы и анализа результатов расчетов режимов работы электрических сетей; использования первичных данных по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей	В полной мере владеет навыками проектирования районных электрических сетей, использования справочной литературы и анализа результатов расчетов режимов работы электрических сетей; использования первичных данных по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей

Код и наименование индикатора достижения компетенции, этапы освоения	Планируемые результаты обучения	Соответствие индикатора достижения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания			
		минимальный	пороговый	средний	высокий
		0-59	60-69	70-84	85-100
		Оценка			
		неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
ИД-2 ПК-7 Осуществляет ведение документации и по техническому обслуживанию и ремонту оборудования объектов профессиональной деятельности (восьмой этап)	Знать: требования к электрическим сетям в плане надежности качества передачи энергии; требования и документации по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей	Не знает требования к электрическим сетям в плане надежности качества передачи энергии; требования и документации по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей	Частично знает требования к электрическим сетям в плане надежности качества передачи энергии; требования и документации по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей	Знает на достаточно высоком уровне требования к электрическим сетям в плане надежности качества передачи энергии; требования и документации по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей	На высоком уровне знает требования к электрическим сетям в плане надежности качества передачи энергии; требования и документации по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей
	Уметь: определять стоимость теряемой в электрических сетях с учетом значений установленных значений токов КЗ и так называемого ударного тока; осуществлять ведение документации по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей	Не умеет определять стоимость теряемой в электрических сетях с учетом значений установленных значений токов КЗ и так называемого ударного тока; осуществлять ведение документации по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей	Не в полной мере умеет определять стоимость теряемой в электрических сетях с учетом значений установленных значений токов КЗ и так называемого ударного тока; осуществлять ведение документации по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей	На достаточно хорошем уровне умеет определять стоимость теряемой в электрических сетях с учетом значений установленных значений токов КЗ и так называемого ударного тока; осуществлять ведение документации по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей	На высоком уровне умеет определять стоимость теряемой в электрических сетях с учетом значений установленных значений токов КЗ и так называемого ударного тока; осуществлять ведение документации по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей
	Владеть: навыками анализа режимов работы электрических сетей; ведение документации по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей	Не владеет навыками анализа режимов работы электрических сетей; ведение документации по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей	Знаком с некоторыми навыками анализа режимов работы электрических сетей; ведение документации по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей	Владеет навыками анализа режимов работы электрических сетей; ведение документации по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей	В полной мере владеет навыками анализа режимов работы электрических сетей; ведение документации по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей
ИД-3 ПК-7. Способен обеспечить готовность бригады к выполнению работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования объектов профессиона	Знать: методику компенсации реактивной мощности в сетях и способы осуществления этой меры улучшения напряжения у потребителя; способы и средства регулирования напряжения в электрических сетях; организации бригады к выполнению работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и	Не знает методику компенсации реактивной мощности в сетях и способы осуществления этой меры улучшения напряжения у потребителя; способы и средства регулирования напряжения в электрических сетях; организации бригады к выполнению работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и	Частично знает методику компенсации реактивной мощности в сетях и способы осуществления этой меры улучшения напряжения у потребителя; способы и средства регулирования напряжения в электрических сетях; организации бригады к выполнению работ по техническому	Знает на достаточно высоком уровне методику компенсации реактивной мощности в сетях и способы осуществления этой меры улучшения напряжения у потребителя; способы и средства регулирования напряжения в	На высоком уровне знает методику компенсации реактивной мощности в сетях и способы осуществления этой меры улучшения напряжения у потребителя; способы и средства регулирования напряжения в

Код и наименование индикатора достижения компетенции, этапы освоения	Планируемые результаты обучения	Соответствие индикатора достижения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания			
		минимальный	пороговый	средний	высокий
		0-59	60-69	70-84	85-100
		Оценка			
		неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
льной деятельности (восьмой этап)	организации бригады к выполнению работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей	сетей	обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей	электрических сетях; организации бригады к выполнению работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей	электрических сетях; организации бригады к выполнению работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей
	Уметь: выбирать силовые трансформаторы с учетом категорийности потребителя и нагрузочной способности этих трансформаторов, средств регулирования напряжения на понижающих подстанциях	Не умеет выбирать силовые трансформаторы с учетом категорийности потребителя и нагрузочной способности этих трансформаторов, средств регулирования напряжения на понижающих подстанциях	Не в полной мере умеет выбирать силовые трансформаторы с учетом категорийности потребителя и нагрузочной способности этих трансформаторов, средств регулирования напряжения на понижающих подстанциях	На достаточно хорошем уровне умеет выбирать силовые трансформаторы с учетом категорийности потребителя и нагрузочной способности этих трансформаторов, средств регулирования напряжения на понижающих подстанциях	На высоком уровне умеет выбирать силовые трансформаторы с учетом категорийности потребителя и нагрузочной способности этих трансформаторов, средств регулирования напряжения на понижающих подстанциях
	Владеть: навыками исследовательской работы, в области электроснабжения; организации бригады к выполнению работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей	Не владеет навыками исследовательской работы, в области электроснабжения; организации бригады к выполнению работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей	Знаком с некоторыми навыками исследовательской работы, в области электроснабжения; организации бригады к выполнению работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей	Владеет навыками исследовательской работы, в области электроснабжения; организации бригады к выполнению работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей	В полной мере владеет навыками исследовательской работы, в области электроснабжения; организации бригады к выполнению работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электрических систем и сетей
ИД-4 _{ПК-7} . Квалифицированно осуществляет руководство бригадой по техническому обслуживанию и ремонту объектов профессиональной деятельности (восьмой этап)	Знать: методы руководства бригадой по техническому обслуживанию и ремонту объектов электрических систем и сетей; методики расчета токов КЗ; возможные режимы работы электрических сетей, условия экономной их работы, как влияет потребитель на себестоимость электрической энергии сетевого предприятия	Не знает методы руководства бригадой по техническому обслуживанию и ремонту объектов электрических систем и сетей; методики расчета токов КЗ; возможные режимы работы электрических сетей, условия экономной их работы, как влияет потребитель на себестоимость электрической энергии сетевого предприятия	Частично знает методы руководства бригадой по техническому обслуживанию и ремонту объектов электрических систем и сетей; методики расчета токов КЗ; возможные режимы работы электрических сетей, условия экономной их работы, как влияет потребитель на себестоимость электрической энергии сетевого предприятия	Знает на достаточно высоком уровне методы руководства бригадой по техническому обслуживанию и ремонту объектов электрических систем и сетей; методики расчета токов КЗ; возможные режимы работы электрических сетей, условия экономной их работы, как влияет потребитель на себестоимость электрической энергии сетевого предприятия	На высоком уровне знает методы руководства бригадой по техническому обслуживанию и ремонту объектов электрических систем и сетей; методики расчета токов КЗ; возможные режимы работы электрических сетей, условия экономной их работы, как влияет потребитель на себестоимость электрической энергии сетевого предприятия

Код и наименование индикатора достижения компетенции, этапы освоения	Планируемые результаты обучения	Соответствие индикатора достижения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания			
		минимальный	пороговый	средний	высокий
		0-59	60-69	70-84	85-100
		Оценка			
		неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
		сетей, условия экономной их работы, как влияет потребитель на себестоимость электрической энергии сетевого предприятия			
	Уметь: осуществлять руководство бригадой по техническому обслуживанию и ремонту объектов электрических систем и сетей; разрабатывать схемы распределительных сетей 6...110 кВ и определять параметры схем замещения основных элементов сетей	Не умеет осуществлять руководство бригадой по техническому обслуживанию и ремонту объектов электрических систем и сетей; разрабатывать схемы распределительных сетей 6...110 кВ и определять параметры схем замещения основных элементов сетей	Не в полной мере умеет осуществлять руководство бригадой по техническому обслуживанию и ремонту объектов электрических систем и сетей; разрабатывать схемы распределительных сетей 6...110 кВ и определять параметры схем замещения основных элементов сетей	На достаточно хорошем уровне умеет осуществлять руководство бригадой по техническому обслуживанию и ремонту объектов электрических систем и сетей; разрабатывать схемы распределительных сетей 6...110 кВ и определять параметры схем замещения основных элементов сетей	На высоком уровне умеет осуществлять руководство бригадой по техническому обслуживанию и ремонту объектов электрических систем и сетей; разрабатывать схемы распределительных сетей 6...110 кВ и определять параметры схем замещения основных элементов сетей
	Владеть: навыками руководства бригадой по техническому обслуживанию и ремонту объектов электрических систем и сетей; расчета параметров электрических устройств и электроустановок, наружных электрических сетей, систем электроснабжения, релейной защиты и автоматики	Не владеет навыками руководства бригадой по техническому обслуживанию и ремонту объектов электрических систем и сетей; расчета параметров электрических устройств и электроустановок, наружных электрических сетей, систем электроснабжения, релейной защиты и автоматики	Знаком с некоторыми навыками руководства бригадой по техническому обслуживанию и ремонту объектов электрических систем и сетей; расчета параметров электрических устройств и электроустановок, наружных электрических сетей, систем электроснабжения, релейной защиты и автоматики	Владеет навыками руководства бригадой по техническому обслуживанию и ремонту объектов электрических систем и сетей; расчета параметров электрических устройств и электроустановок, наружных электрических сетей, систем электроснабжения, релейной защиты и автоматики	В полной мере владеет навыками руководства бригадой по техническому обслуживанию и ремонту объектов электрических систем и сетей; расчета параметров электрических устройств и электроустановок, наружных электрических сетей, систем электроснабжения, релейной защиты и автоматики

**На этапе освоения дисциплины*

Для допуска к экзамену, студент должен набрать в ходе текущего и промежуточного контроля не менее **40** баллов. Если эта сумма меньше **30** баллов, то студент не допускается к экзамену. Если эта сумма больше или равна **30**, то путем дополнительного опроса (собеседование, контрольная работа, тест, реферат) эта сумма может быть повышена до **40** баллов.

Для допуска к экзамену студенту необходимо восстановить пробелы, как по текущему, так и по промежуточному контролю. На экзамене студент может получить **20 – 40** баллов. Максимальный балл при каждой повторной пересдаче уменьшается на **10** баллов. Если ответы студента оцениваются суммой баллов менее **20**, то студенту выставляется **0** баллов.

Студент, набравший по итогам текущего и промежуточного контроля по дисциплине менее 30 баллов, после всех разрешенных отработок может получить оценку не выше «удовлетворительно».

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Шкала оценивания	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	85-100	заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	70-84	заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	60-69	заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (не удовлетворительно)	0-59	заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

7.3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения индикаторов достижений компетенций ИД-1 ПК-7 ИД-2 ПК-7 ИД-3 ПК-7 ИД-4 ПК-7 в процессе освоения образовательной программы

7.3.1 Примерная тематика курсовых проектов

1. Проектирование распределительной сети напряжением 6...35 кВ (по вариантам).
2. Проектирование электрической сети экономического района напряжением 110/35/10кВ (по вариантам).

7.3.2 Тесты для текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся

Раздел 1. Общая характеристика энергосистем и электрических сетей

Тест 1.1

Электрическая сеть – это:

- a) часть электрической системы, состоящая из преобразующих подстанций, РУ, переключательных пунктов и соединяющих их линий электропередачи, предназначенных для передачи ЭЭ от электростанции к местам потребления и распределения ее между потребителями;
- b) совокупность генераторов, распределительных устройств, повышающих и понижающих подстанций, линий электропередачи и приемников электрической энергии;
- c) ЛЭП, подводящая электроэнергию к распределительным пунктам или подстанциям.

Тест 1.2

Электроустановка, служащая для производства (генерации) эл. энергии в результате преобразования энергии, заключенной в природных энергоносителях с помощью генераторов называется:

- a) электростанция;
- b) подстанция;
- c) распределительное устройство;
- d) линия электропередачи;
- e) трансформатор.

Тест 1.3

Электрическую сеть, подводящую электроэнергию от источника питания к потребительским подстанциям или потребителям называют:

- a) распределительной;
- b) питающей;
- c) одинарной радиальной сетью;
- d) двойной радиальной сетью;
- e) сетью с эффективно заземленной нейтралью.

Тест 1.4

Напряжение, при котором приемники электроэнергии, генераторы и трансформаторы, работают нормально и наиболее экономично, называется:

- a) номинальным;
- b) рабочим;
- c) базисным напряжением;
- d) наведенным перенапряжением;
- e) стандартным.

Тест 1.5

Какой системы электрической сети, в зависимости от режима нейтрали, не существует:

- a) резонансно-незаземленной;
- b) изолированной;
- c) компенсированной;
- d) эффективно-заземленной;
- e) глухозаземленной.

Раздел 2. Расчет и характеристики параметров схем замещения элементов К и ВЛЭП

Тест 2.1

Удельные проводимости материалов для проводов воздушных линий электропередачи следующие (установить правильное соответствие):

- | | |
|-------------|--|
| a) медь | $\gamma = 53 \cdot 10^6 \text{ См/м}$ |
| b) алюминий | $\gamma = 32 \cdot 10^6 \text{ См/м}$ |
| c) сталь | $\gamma = 7,5 \cdot 10^6 \text{ См/м}$ |

Тест 2.2

На воздушных линиях напряжением 10 кВ в гирлянде подвесных изоляторов:

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 7...8

Тест 2.3

По назначению опоры воздушных линий подразделяют на:

- a) промежуточные, анкерные, угловые, концевые и специальные;
- b) деревянные, железобетонные и металлические;
- c) цельностоечные, составные из стоек и приставок;
- d) опоры выполненные А-образными, П-образными и А-П-образными.

Тест 2.4

Статические электромагнитные устройства, которые переменную электрическую энергию одной величины в другую – это:

- a) трансформаторы;
- b) двигатели переменного тока;
- c) конденсаторы;
- d) резисторы;
- e) транзисторы;

Тест 2.5

Потери мощности в трансформаторе состоят из:

- a) потерь в сердечнике и обмотках;
- b) потерь в сердечнике и на щетках;
- c) механических потерь и потерь в обмотках;
- d) потерь в обмотках и потерь на трение;
- e) механических потерь и потерь в сердечнике;

Раздел 3. Моделирование и учет электрических нагрузок. Режимные показатели участка электрической сети

Тест 3.1

Геометрическая разность между напряжением в начале и в конце линии участка электрической сети:

- a) падением напряжения;
- b) потерей напряжения;
- c) продольной составляющей падения напряжения;
- d) поперечной составляющей падения напряжения.

Тест 3.2

Алгебраическую разность между напряжением в начале и в конце линии участка электрической сети называют:

- a) потерей напряжения;
- b) падением напряжения;
- c) продольной составляющей падения напряжения;
- d) поперечной составляющей падения напряжения.

Тест 3.3

В трехфазной линии переменного тока, потеря напряжения определяется по формуле (дополните формулу):

$$\Delta U = \sqrt{3} \sum (I \cdot r \cdot \cos \phi + I \cdot _ \cdot _)$$

- a) $x \cdot \sin \phi$;
- b) $x \cdot \cos \phi$;
- c) $r \cdot \sin \phi$

Тест 3.4

Средствами регулирования напряжения в сети являются (укажите все правильные ответы):

- a) конденсаторные батареи;
- b) автотрансформатор;
- c) трансформатор с ПБВ;
- d) трансформатор с РПН;
- e) вольтдобавочные трансформаторы ЛРН;
- f) АПВ;
- g) АВР;
- h) масляный выключатель;
- i) регулятор на генераторе.

Тест 3.5

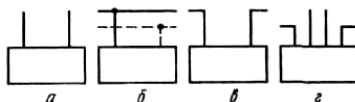
Встречное регулирование напряжения означает автоматическое повышение напряжения генератора с увеличением:

- a) нагрузки в сети;
- b) тока в сети;
- c) потери напряжения в трансформаторах;
- d) ударного тока.

Раздел 4. Схемы электрических соединений подстанций. Регулирование напряжения в электрических сетях

Тест 4.1

Назовите типы подстанций, изображенных схематически (установить соответствие):



- a) а – узловая;
- b) б – проходная;
- c) в – ответвительная;
- d) д – тупиковая.

Тест 4.2

Типы потребительских трансформаторных подстанций 35...10/0,4 кВ (дополните):

- a) мачтовые;
- b);
- c);
- d)

Тест 4.3

Распределительные линии низкого напряжения 380/220 В выполняют с глухозаземленной нейтралью. Магистральные линии делают пятипроводными (фонарный, нулевой и три фазных). На опоре провода закрепляют следующим образом:

- a) сверху располагают фазные провода, затем фонарный и ниже нулевой провод;
- b) сверху располагают фазные провода, затем нулевой и ниже фонарный провод;
- c) сверху располагают фонарный, затем фазные провода и ниже нулевой провод;

Тест 4.4

Электроприёмники какой категории рекомендовано обеспечивать электроэнергией от двух источников питания, а при нарушении электроснабжения от одного из них допустимы перерывы в электроснабжении на время, необходимое для включения резервного питания дежурным персоналом или выездной оперативной бригадой:

- a) II категория потребителей;
- b) III категория потребителей;
- c) I категория потребителей;
- d) IV категория потребителей.

Тест 4.5

Электрическую сеть, подводящую электроэнергию к распределительным пунктам или подстанциям называют:

- a) питающей сетью;
- b) распределительной сетью;
- c) сетью с эффективно заземленной нейтралью.

Раздел 5. Высоковольтная электрическая аппаратура ТП, РУ, РП

Тест 5.1

Установите правильную последовательность выбора автоматического выключателя следующий:

- a) обоснование типа выключателя;
- b) выбор номинального тока автомата;
- c) проверка тока срабатывания электромагнитного расцепителя;
- d) выбор номинального тока расцепителя автомата.

Тест 5.2

Назначение короткозамыкателя:

- a) разрывать цепь нагрузки;
- b) размыкать цепь при КЗ;
- c) создавать искусственное короткое замыкание.

Тест 5.3

Назначение измерительных трансформаторов тока и напряжения (укажите номера всех правильных ответов):

- a) питать силовые цепи;
- b) питать реле и приборы;
- c) питать оперативные цепи;
- d) осуществлять контроль изоляции;
- e) повышать электробезопасность

Тест 5.4

Основное назначение устройств автоматики:

- a) повышение надежности работы энергосистемы
- b) повышение КПД
- c) понижение надежности энергосистем
- d) основного назначения нет
- e) нет правильного ответа

Тест 5.5

Плавкие предохранители используются с целью:

- a) автоматического отключения цепи при превышении определенной величины тока;
- b) защита от порядка чередования фаз;
- c) защита от короткого замыкания;
- d) грозазащиты;
- e) все варианты верны;

Раздел 6. Методики расчета и анализа установившихся режимов электрических сетей

Тест 6.1

Что условно показывают в однолинейных схемах:

- a) Соединения только для одной фазы установки
- b) Основное электрооборудование
- c) Три фазы
- d) Измерительные приборы
- e) Главные цепи электрической установки

Тест 6.2

Схему мостиком применяют:

- a) При двух линиях и двух трансформаторах
- b) При одном трансформаторе и трансформаторе
- c) Нигде не применяется
- d) Только при двух трансформаторах
- e) Нет правильного ответ

Тест 6.3

Мощность в трехфазной цепи определяется формулой:

- a) $P = 3u_i \cos \varphi$;
- b) $P = u_i \cos \varphi$;
- c) $P = u_i \sin \varphi$;
- d) $P = \sqrt{2} u_i \sin \varphi$;
- e) $P = UI^2 \cos \varphi$;

Тест 6.4

Характерное соотношение для соединения треугольником при симметричной нагрузке:

- a) $\sqrt{3} I_{\Delta} = I_{\Phi}, \frac{U_{\Delta}}{\sqrt{3}} = U_{\Phi}$;

- b) $\sqrt{3}I_{\text{Л}} = I_{\Phi}, U \frac{U_{\text{Л}}}{\sqrt{3}} = U_{\Phi};$
- c) $I_{\text{Л}} = I_{\Phi}, U \frac{U_{\text{Л}}}{\sqrt{3}} = U_{\Phi};$
- d) $\sqrt{3}I_{\text{Л}} = I_{\Phi}, \frac{I_{\text{Л}}}{\sqrt{3}} = U_{\Phi};$
- e) $\sqrt{2}I_{\text{Л}} = I_{\Phi}, U \frac{U_{\text{Л}}}{2} = U_{\Phi};$

Тест 6.5

Что происходит с мощностью при переключении схемы из треугольника в звезду?

- a) уменьшится в 3 раза;
- b) увеличится в 3 раза;
- c) уменьшится в 2 раза;
- d) увеличится в 2 раза;
- e) не изменится;

Раздел 7. Механический расчет воздушных линий

Тест 7.1

На провода воздушных ЛЭП действуют следующие нагрузки:

- a) вертикальные и горизонтальные;
- b) продольные и поперечные;
- c) номинальные и критические;
- d) максимальные и минимальные.

Тест 7.2

Критическая длина пролета это:

- a) пролет, при котором для данного провода и климатического района, напряжение на растяжение в проводе одинаково как при гололеде и температуре -5°C , так и при его отсутствии и минимальной температуре;
- b) горизонтальное расстояние между точками крепления провода на опоре;
- c) расстояние по вертикали между горизонталью, соединяющей точки крепления провода и низшей точкой провода;
- d) наименьшее расстояние по вертикали от провода при его наибольшем провисании до поверхности земли, воды, крыш зданий и т.п.

Тест 7.3

Удельная нагрузка от давления ветра при гололеде равна:

- a) $g = \frac{\alpha K_l C_x v_{\text{гол}}^2 (d + 2b)}{1,6F \cdot 10^3};$
- b) $g = \frac{\alpha K_l C_x v_{\text{max}}^2 d}{1,6F \cdot 10^3};$
- c) $g = 0,0283 \frac{b(d + b)}{F};$
- d) $g = \frac{\gamma}{1000}.$

Тест 7.4 Расчетное давление ветра на опору:

- a) $P = 1,2P_0 d_{cp} H;$
- b) $P = 3g_3 l F \cdot 1,1;$
- c) $P = 3g_4 l F \cdot 1,2;$
- d) $P = P_0 d_{cp} H.$

Тест 7.5

Изгибающий момент от давления ветра на провода и опоры в сечении В–В определяют по формуле:

- a) $M_1 = P_1(H - b - \frac{D}{2}) + 0,5P_2H$;
- b) $M_1 = P_1h_1 + P_2 \frac{h_3}{H} \frac{h_3}{2}$;
- c) $M_B = 1,1 \cdot M_1$;
- d) $M_A = 1,05 \cdot M_1$



Раздел 8. Методики расчета токов короткого замыкания

Тест 8.1

Что такое напряжение короткого замыкания (U_k) трансформаторов?

- a) это напряжение между нулевой точкой трансформатора и любой из его фаз;
- b) это напряжение, которое необходимо подвести к первичной обмотке трансформатора, чтобы при закороченной вторичной обмотке в обмотках протекал номинальный ток;
- c) это напряжение, которое возникает на выводах при коротком замыкании в трансформаторе;
- d) это разность потенциалов между корпусом трансформатора и нулевой точкой при закороченной вторичной обмотке;
- e) напряжение короткого замыкания возникает в трансформаторе при попадании в него набегающих волн перенапряжений в линии.

Тест 8.2

Ток короткого замыкания определяется по формуле:

- a) $I_{K.3.} = \frac{U_{K.3.}}{R_{K.3.}}$;
- b) $I_{K.3.} = \frac{U_{\max}}{R_{\min}}$;
- c) $I_{K.3.} = \frac{\sqrt{3}U_{K.3.}}{R_{K.3.}}$;
- d) $I_{K.3.} = \frac{U_{НОМ}}{R_{K.3.}}$;
- e) Правильные варианты отсутствуют;

Тест 8.3

Ток короткого замыкания действующий в цепи между источником тока и местом, где возникает короткое замыкание определяется:

- a) $I_{K.3.} = \frac{U_{K.3.}}{R_{K.3.}}$;
- b) $I_{K.3.} = \frac{U_{X.X.}}{R_{X.X.}}$;
- c) $I_{K.3.} = UR$;
- d) $I_{K.3.} = \frac{P_{K.3.}}{U_{K.3.}}$;
- e) $I_{K.3.} = \frac{R_{K.3.}}{P_{K.3.}}$;

Тест 8.4

При коротком замыкании ток резко:

- a) увеличивается;
- b) уменьшается;
- c) остается неизменным;
- d) уменьшается до 1,2% от номинального;
- e) правильные варианты отсутствуют;

Тест 8.5

При трехфазном КЗ ток $I_{\text{КЗ}}^{(3)}$ определяется фазным напряжением z_{Σ} и результирующим полным сопротивлением одной фазы. Расчет выполняется по соотношению:

- a) $I_{\text{КЗ}}^{(3)} = \frac{U_{\Phi}}{3 \cdot z_{\Sigma}};$
- b) $I_{\text{КЗ}}^{(3)} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{\Phi}}{z_{\Sigma}};$
- c) $I_{\text{КЗ}}^{(3)} = \frac{U_{\text{лин}}}{3 \cdot z_{\Sigma}};$
- d) $I_{\text{КЗ}}^{(3)} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{\text{лин}}}{z_{\Sigma}}.$

Раздел 9. Основы проектирования электрических сетей. Принципы исполнения релейной защиты и автоматизации работы электрических сетей

Тест 9.1

Как изменяются потери активной и реактивной мощности, если $\cos \varphi$ нагрузки в конце линии увеличится?

- a) уменьшатся, потому что снизится поток реактивной мощности по линии;
- b) уменьшатся, потому что увеличится потеря напряжения в линии;
- c) увеличатся, потому что при этом увеличится реактивная мощность нагрузки;
- d) увеличатся, потому что увеличится напряжение в конце линии;
- e) уменьшатся, потому что уменьшится протекающая по линии активная мощность.

Тест 9.2

Каким способом можно поддерживать постоянным напряжение в конце линии?

- a) увеличить мощность в начале линии;
- b) регулированием напряжения в центре питания;
- c) регулированием активного сопротивления линии;
- d) компенсацией зарядной мощности;
- e) расщеплением фаз линии.

Тест 9.3

Каким из перечисленных способов можно повысить КПД линии?

- a) уменьшить напряжение в конце линии;
- b) уменьшить напряжение в центре питания;
- c) компенсировать реактивную мощность нагрузки;
- d) применить транспозицию проводов?
- e) подключить в конце линии дополнительную активную нагрузку.

Тест 9.4

Повлияет ли на величину потерь активной и реактивной мощности увеличение среднегеометрического расстояния между фазами линии?

- a) потери активной мощности не изменятся, а потери реактивной мощности возрастут;
- b) потери активной и реактивной мощности увеличатся;
- c) потери активной и реактивной мощности снизятся;
- d) потери реактивной мощности снизятся, а потери активной мощности увеличатся;
- e) потери активной мощности снизятся, а потери реактивной мощности не изменятся.

Тест 9.5

В какой из линий, воздушной или кабельной, при одинаковых сечении, номинальном напряжении и протекающей мощности будут большие потери активной и реактивной мощности?

- a) в воздушной линии потери активной и реактивной мощности больше, чем в кабельной;
- b) потери активной мощности будут одинаковы, в кабельной линии потери реактивной мощности будут меньше, чем в воздушной;
- c) в кабельной линии потери активной и реактивной мощности будут больше, чем в воздушной;
- d) потери активной мощности будут одинаковы, в кабельной линии потери реактивной мощности будут больше, чем в воздушной;
- e) в воздушной линии потери активной мощности будут меньше, а потери реактивной мощности больше, чем в кабельной линии.

7.3.3 Задания для подготовки к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям

1-ый рейтинг-контроль

1. Классификация электрических сетей по уровню напряжений.
2. Каков шаг шкалы номинальных мощностей трансформаторов?
3. Назвать основные конструктивные элементы наружных электрических сетей.
4. Что такое ЭЭС, ОЭС и РЭС?
5. Перечислить режимы работы нейтрали электрических сетей.
6. Как разделяются различные электроприемники с точки зрения надежности питания?
7. Дать классификацию подстанции по способу присоединения к сети.
8. Назвать основные конструктивные элементы трансформатора.
9. Какие достоинства и недостатки имеют открытые и закрытые РУ?
10. Что означает термин «качество» электрической энергии?
11. Каковы номинальные и предельные показатели качества электрической энергии?
12. Каков порядок расчета нагрузок промышленных предприятий?
13. Назовите источники реактивной мощности.
14. Какова величина потерь реактивной мощности в линиях и трансформаторах?
15. Влияние компенсирующих устройств на потери активной мощности в электрической сети.
16. Каково содержание работ по проектированию развития электрических сетей?
17. Какой основной метод оценки электропотребления на перспектив?
18. Какие режимные коэффициенты вводятся при определении нагрузок подстанций и расчете потокораспределения электрической сети?
19. Какие две системы напряжений исторически сложились в нашей стране?
20. Назовите основные типы конфигураций электрических сетей.

2-ой рейтинг-контроль

1. Что такое нормированная экономическая плотность тока?
2. Приведите шкалу номинальных сечений проводников.
3. Какие технические ограничения существуют при выборе сечений проводников?
4. От каких факторов зависит габарит ВЛ?
5. Записать выражение для расчета стрелы провеса провода.
6. Что такое удельная механическая нагрузка на провод?
7. Какие климатические режимы регламентируются для расчета проводов на механическую прочность?
8. Поясните понятие «сложнозамкнутая электрическая сеть».
9. Какой метод используется для расчета установившихся режимов электрических сетей любой сложности?
10. Что такое базисный узел по напряжению?
11. Как определяется взаимная проводимость ветви?
12. Каковы наибольшие и наименьшие рабочие напряжения электрических сетей и чем они обусловлены?
13. Поясните термины «постоянные потери» и «переменные потери» электроэнергии.
14. Что такое короткое замыкание?
15. Перечислите виды коротких замыканий.
16. Дайте определение ударного тока.
17. Чем определяется необходимость снижения величин токов к.з. в энергосистеме? Каковы пути их снижения?
18. Дать пояснение режиму систематической перегрузки трансформатора.
19. Дать пояснение режиму аварийной перегрузки трансформатора.
20. От каких факторов зависит напряжение линии электропередачи?

7.3.4 Перечень вопросов выносимых на промежуточную аттестацию по дисциплине

1. Этапы развития и становления ЕНЭС (единой национальной энергосистемы)
2. Основные сведения о развитии электрических сетей энергосистем
3. Районные электрические станции и электроэнергетические системы
4. Понятие качества электрической энергии
5. Категории нагрузок по степени обеспечения надежности электроснабжения
6. Средства и мероприятия по повышению надежности электроснабжения
7. Электрические нагрузки и графики электрических нагрузок
8. Расчетные нагрузки электрических сетей
9. Наружные электрические сети. Устройство и классификация
10. Провода и кабели ЛЭП
11. Изоляторы воздушных линий
12. Классификация опор ВЛЭП
13. Активные и индуктивные сопротивления проводов ЛЭП
14. Потери энергии в электрических сетях
15. Расчет электрических сетей по экономическим показателям
16. Падение и потеря напряжения в электрических сетях переменного тока
17. Расчет сетей с двухсторонним питанием
18. Влияние элементов электрической установки на отклонение напряжения в сети
19. Определение механических нагрузок на провода ВЛЭП
20. Определение токов к.з. в электрических сетях напряжением выше 1 кВ
21. Атмосферные перенапряжения и защита электрических сетей
22. Высоковольтная коммутационная аппаратура
23. Масляные выключатели высокого напряжения
24. Безмасляные выключатели ВН (высокого напряжения)
25. Разъединители и отделители в электрических сетях ВН (высокого напряжения)
26. Релейная защита электрических сетей высокого напряжения
27. Автоматическое повторное включение ЛЭП
28. Силовые трансформаторы. Назначение, принцип действия, классификация
29. Схемы соединения обмоток силовых трансформаторов
30. Схемы соединений подстанций на напряжение 35...110/10 кВ
31. Схемы соединений подстанций на напряжение 10/0,38 кВ
32. Гидравлические электрические станции
33. Техничко-экономический расчет электрических сетей
34. Номинальные напряжения эл. сетей. Системообразующие и распределительные сети
35. Принципы построения схем электрической сети
36. Основные требования схемам электрических сетей
37. Типы конфигурации электрических сетей и их применение
38. Выбор силовых трансформаторов на понижающих подстанциях
39. Схемы замещения силовых трансформаторов и ЛЭП
40. Определение токов короткого замыкания в высоковольтных электрических сетях
41. Режимы нейтрали в электрических сетях
42. Основные технико-экономические показатели и критерии выбора оптимального варианта электрических сетей
43. Определение потерь мощности и годовых потерь электроэнергии в элементах электрических сетей
44. Расчет режимов кольцевых сетей и сетей с двухсторонним питанием
45. Источники реактивной мощности в электрических сетях

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

Методическими материалами, определяющими процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих индикаторы достижений компетенций являются внутривузовские локальные нормативные акты: «Положение о

балльно-рейтинговой системе контроля и оценки успеваемости студентов» и «Положение о промежуточной аттестации обучающихся».

График проведения рейтинговых контрольных мероприятий и даты проведения промежуточной аттестации, по курсам и семестрам, отражены в утвержденных проректором по УР календарных учебных графиках и расписаниях промежуточной аттестации по направлению подготовки (специальности), которые размещаются на информационных стендах факультетов и на сайте университета в установленные сроки.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

1. Безик, В. А. Электроэнергетические системы и сети : методические указания / В. А. Безик. — Брянск : Брянский ГАУ, 2020. — 32 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/172051>.
2. Николаева, С. И. Электроэнергетические сети и системы : учебное пособие / С. И. Николаева. — Волгоград : Волгоградский ГАУ, 2018. — 64 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112351>.
3. Электроэнергетические системы и сети : учебное пособие / составители Ю. Г. Кононов [и др.]. — Ставрополь : СКФУ, 2017. — 161 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/155181>.
4. Практикум к проведению занятий по дисциплинам «Электроэнергетические системы и сети» и «Электрические сети и энергосистемы» : учебное пособие / И. А. Кремлев, Т. В. Комякова, Р. Б. Скоков, И. В. Тарабин. — 2-е изд., с измен. — Омск : ОмГУПС, 2020. — 33 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/165669>.

Дополнительная литература:

5. Костин, В. Н. Электроэнергетические системы и сети : учебное пособие / В. Н. Костин. — Санкт-Петербург : Троицкий мост, 2015. — 304 с. — ISBN 978-5-4377-0048-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175259>.
6. Солдатов, В. А. Электроэнергетические системы и сети : учебное пособие / В. А. Солдатов. — пос. Караваево : КГСХА, [б. г.]. — Часть 2 — 2019. — 122 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133726>.
7. Васюра, Ю. Ф. Методы расчетов токов коротких замыканий в электроэнергетических системах и сетях различного назначения : учебное пособие / Ю. Ф. Васюра. — Киров : ВятГУ, 2014 — Часть 1 : Симметричное короткое замыкание — 2014. — 212 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/174073>.
8. Васюра, Ю. Ф. Методы расчетов токов коротких замыканий в электроэнергетических системах и сетях различного назначения : учебное пособие / Ю. Ф. Васюра. — Киров : ВятГУ, 2014 — Часть 2 : Несимметричные короткие замыкания — 2014. — 146 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/174074>.

Перечень периодических изданий, имеющих в библиотеке университета:

- Водоснабжение и санитарная техника;
- Достижения науки и техники АПК;
- Механизация и электрификация сельского хозяйства;
- Промышленная энергетика;
- Теплоэнергетика;
- Электрические станции;
- Энергосбережение.

9. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- **ЭБС «Издательства Лань»**
Коллекция «Единая профессиональная база знаний для аграрных вузов»
ООО «Издательство Лань».
Лицензионный договор № 003/2025-44ФЗ от 22.05.25 г сроком на 1 год
<http://e.lanbook.com/>
- **Сетевая электронная библиотека**
ООО «ЭБС ЛАНЬ»
Договор № СЭБ НВ-164 от 17.12.2019 г. – бессрочный
<http://e.lanbook.com/>
<http://seb.e.lanbook.com/>
- **ЭБС «Университетская библиотека online». Базовая часть**
ООО «Директ-Медиа»
Контракт № 51-04/2025 от 22.05.2025 г сроком на 1 год
<http://biblioclub.ru>
- **ЭБС «ЮРАЙТ» Пакет СПО**
ООО «Электронное издательство Юрайт»
Лицензионный договор № 6703 от 27.08.2024 г. сроком на 1 год
<https://urait.ru/>
- **Научная электронная библиотека e-LIBRARY.RU (SCIENCE INDEX)**
ООО Научная электронная библиотека.
Лицензионный договор № SIO-2114/2025 от 06.05.2025 сроком на 1 год
<http://elibrary.ru>
- **Антиплагиат.ВУЗ 5.0**
Модуль поиска «Объединенная коллекция 2020»
АО «Антиплагиат»
Лицензионный договор № 10023 от 12.05.2025 г. сроком на 1 год
- **Гарант**
ООО «Гарант-КБР» Договор № 305-2025г. от 09.01.2025 г. сроком на 1 год

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Система университетского обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь, лекций, лабораторных работ, практических и семинарских занятий), работа на которых обладает определенной спецификой.

На лекциях студенту рекомендуется внимательно слушать учебный материал, записывать основные моменты, идеи, пытаться сразу понять главные положения темы, а если что не ясно – делать соответствующие пометки. После лекции во внеурочное время целесообразно прочитать записанный материал с целью его усвоения и выяснения непонятных вопросов.

Для подготовки и выполнения лабораторных работ студенту следует завести отдельную тетрадь. При подготовке к лабораторной работе студенту следует составить краткий ответ (1-2 стр.) на контрольные вопросы к лабораторным работам (см. методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «**Электрические системы и сети**»). Студент должен тщательно готовиться к лабораторным занятиям путем проработки теоретических положений по теме занятия из конспекта лекции, рекомендуемых учебников, учебных пособия, дополнительной литературы, интернет – источников.

Защита лабораторных работ, приходящиеся на каждый промежуточный рубеж оценивается в **15 баллов** (за две точки – **30 баллов**).

Раздел «Самостоятельная работа» информирует обучающихся, какие вопросы раздела (модуля) выносятся на самостоятельное изучение, об их учебно-методическом обеспечении (учебники, учебные пособия, методические указания, рекомендуемые страницы и т.д.).

Самостоятельная работа студента является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий. Самостоятельная работа студента над усвоением учебного материала по учебной дисциплине может выполняться в библиотеке университета, учебных кабинетах, компьютерных классах, а также в домашних условиях. Содержание самостоятельной работы студента определяется учебной программой дисциплины, методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя.

Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Самостоятельная работа в аудиторное время может включать:

- конспектирование (составление тезисов) лекций;
- выполнение контрольных работ;
- решение задач;
- работу со справочной и методической литературой;
- работу с нормативными правовыми актами;
- выступления с докладами, сообщениями на семинарских занятиях;
- защиту выполненных работ;
- участие в оперативном (текущем) опросе по отдельным темам изучаемой дисциплины;
- участие в беседах, деловых (ролевых) играх, дискуссиях, круглых столах, конференциях;
- участие в тестировании и др.

Самостоятельная работа во внеаудиторное время может состоять из:

- повторение лекционного материала;
- подготовки к семинарам (практическим занятиям);
- изучения учебной и научной литературы;
- изучения нормативных правовых актов (в т.ч. в электронных базах данных);
- решения задач, выданных на практических занятиях;
- подготовки к контрольным работам, тестированию и т.д.;
- подготовки рефератов, эссе и иных индивидуальных письменных работ по заданию преподавателя;
- выполнения курсовых работ, предусмотренных учебным планом;
- выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме,
- проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач, тестов.

Степень усвояемости вопросов самостоятельной работы определяется при текущем и промежуточном контроле и при промежуточной аттестации.

Наиболее важным моментом самостоятельной работы является **выполнение курсового проекта**. Каждый студент очной формы обучения на первых занятиях получает индивидуальное задание по выполнению курсового проекта. Преподаватель на том же занятии знакомит студентов с методическими указаниями по их выполнению и назначает дни консультаций. К каждой теме курсового проекта рекомендуется примерный перечень узловых вопросов, список необходимой литературы. Необходимо изучить литературу, рекомендуемую для выполнения курсового проекта. Чтобы полнее раскрыть тему, студенту следует выявить дополнительные источники и материалы. При написании курсового проекта необходимо ознакомиться с публикациями по теме, опубликованными в журналах.

Необходимо изложить собственные соображения по существу излагаемых вопросов, внести свои предложения. Общие положения должны быть подкреплены и пояснены конкретными примерами. Излагаемый материал при необходимости следует проиллюстрировать таблицами, схемами, диаграммами и т.д.

Готовые проекты регистрируются на кафедре, после чего они проверяются на правильность выполнения руководителем, который допускает (не допускает) автора к публичной защите.

Для студентов заочной формы обучения, после окончания предыдущей сессии, где они знакомятся с целями и задачами изучения дисциплины, с перечнем вопросов которые они должны изучать для формирования индикаторов достижения компетенции. Они получают задания на курсовой проект и объяснение как пользоваться методическими указаниями по выполнению курсового проекта, которые имеются в наличии в научной библиотеке ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарского ГАУ.

Студенту следует тщательно готовиться к промежуточному контролю (тестированию, контрольным работам, контрольным опросам), прорабатывая конспект лекций и рекомендуемую

литературу.

Подготовка к промежуточной аттестации.

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

Дисциплина «**Электрические системы и сети**» рассчитана на изучение в один семестр и заканчивается выполнением и защитой курсового проекта и экзаменом.

11. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

11.1 Лицензионное программное обеспечение

AutoDesk AutoCad 2012 Education Product Standalone б/н

Антиплагиат.ВУЗ 5.0 Модуль поиска «Объединенная коллекция 2020»

лицензионный договор № 10023 от 12.05.2025 г. сроком на 1 год

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition № лицензии 26ЕС-241021-134643-810-2826, договор № 651/А от 18.10.2024 г. до 31.10.2025

11.2 Интернет-ресурсы свободного доступа

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» – федеральный портал	http://www.edu.ru/index.php
Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru/
БД «AGROS» – международная документографическая база данных по проблемам АПК, охватывает все научные публикации (книги, брошюры, авторефераты, диссертации, труды сельскохозяйственных научных учреждений).	http://www.cnshb.ru/cataloga.shtm
Агроакадемсеть – базы данных РАСХН.	http://www.vniikormov.ru/pub/0004/lekcii-poslevuzovskogo-obrazovaniia-po-spetcialnosti-06-01-06-lugovodstvo-lekarstvennye-i-efirno-maslichnye-kultury-01.php
Enerdata – независимая информационно-консалтинговая компания, областью исследований которой являются энергетические отрасли промышленности	http://www.enerdata.ru/
Топливо-энергетический комплекс Профессиональные справочные системы для руководителей и специалистов, работающих в энергетической отрасли.	https://cntd.ru/products/toplivno_e_kompleks

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п./п.	Вид учебной работы	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий	Перечень оборудования и технических средств обучения
1.	Лекционные занятия	Учебная аудитория № 501 (для проведения занятий лекционного семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	Учебная мебель: столы-30, стулья-61, доска меловая – 1, кафедра. Основное оборудование: Компьютер Pentium 4 с выходом в Internet; монитор Samsung Samtron 55E; проектор Projector-10 Nec M3W; интерактивная доска Star Board HITACHI FX-TRIO-77-E . Информационные пособия по дисциплине Стенды, таблицы, плакаты, макеты
2.	Лабораторный практикум	Лаборатория Электрические сети № 124 (для проведения занятий лабораторного и семинарского типа, групповых и индивидуальных	Учебная мебель: столы-10, стулья-21, доска меловая – 1, кафедра. Основное оборудование: Компьютер Pentium 4 с выходом в

		консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	Internet; монитор Samsung Samtron 55E. 1. Комплектная трансформаторная подстанция. 2. Силовой трехфазный трансформатор 10/0,4 кВ, мощностью 630 кВА. 3. Устройство для измерения сопротивления заземления 4. Стенд для формирования различных видов электрических нагрузок однофазных цепей. 5. Стенд для формирования различных видов электрических нагрузок трехфазных цепей. 6. Лабораторный стенд «ЭС-1» «Изучение 3-х фазных электрических сетей с асимметричной нагрузкой» для выполнения 4 лабораторных работ.
3.	Практические занятия	Учебная аудитория № 501 (для проведения занятий лекционного семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	Учебная мебель: столы-30, стулья-61, доска меловая – 1, кафедра. 7. Анализатор качества электроэнергии «Прорыв - КЭ» Основное оборудование: Компьютер Pentium 4 с выходом в Интернет; монитор Samsung Samtron 55E; анализатор Fluke 430 Series II. проектор Projector-10 Nes M3W; информационные пособия по дисциплине интерактивная доска Star Board HT ACN-Стенды, таблицы, плакаты, макеты FX-TRIO-77-E .
			Информационные пособия по дисциплине Стенды, таблицы, плакаты, макеты
4.	Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Письменные столы – (5 шт.); Стулья (5 шт.); Стеллажи (3 шт.); Шкаф книжный (9 шт.); Компьютер с выходом в Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (10 шт.)