

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Верисокин Александр Евгеньевич
Должность: Декан факультета нефтегазовой инженерии
Дата подписания: 14.07.2026 13:41:40
Уникальный программный ключ:
22b550c16d09822b0cd03810d91d3f106eb4b62d

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана факультета
нефтегазовой инженерии
Верисокин А.Е.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль)	Цифровые технологии в электроэнергетике
Форма обучения	очная
Год начала обучения	2025
Реализуется в 8 семестре	

РАЗРАБОТАНО:

Заведующий выпускающей кафедры
автоматизированных
электроэнергетических систем и
электроснабжения
Кононов Ю.Г.

Доцент кафедры
автоматизированных
электроэнергетических систем и
электроснабжения
Костюков Д.А.

Ставрополь, 2025

Предисловие

1. Фонд оценочных средств государственной итоговой аттестации предназначен для оценивания уровня сформированности компетенций бакалавров направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» в период прохождения государственной итоговой аттестации, включающей государственный комплексный экзамен и защиту выпускной квалификационной работы.
2. Фонд оценочных средств итоговой аттестации составлен на основе программы ГИА направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» в соответствии с образовательной программой по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденной на заседании Учёного совета СКФУ
3. Разработчик Кононов Ю.Г., зав. кафедрой АЭСиЭ, Костюков Д.А., старший преподаватель кафедры АЭСиЭ, Мартусенко В.Е., старший преподаватель кафедры АЭСиЭ.
4. Проведена экспертиза ФОС.

Члены экспертной группы:

Кононов Ю.Г., заведующий кафедрой автоматизированных электроэнергетических систем и электроснабжения.

Члены комиссии:

Морозова Т.Ф., доцент кафедры автоматизированных электроэнергетических систем и электроснабжения.

Петров А.В., доцент кафедры автоматизированных электроэнергетических систем и электроснабжения.

Представитель организации-работодателя: Заместитель главного инженера Западных электрических сетей филиала ПАО «Россети Северный Кавказ» – «Ставропольэнерго» (Ставропольский край) И. С. Соловьев

Экспертное заключение: ФОС рекомендуется для оценивания уровня сформированности компетенций при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети».

5. Срок действия ФОС 4 года.

1. Перечень компетенций, которыми должны овладеть обучающиеся в результате освоения образовательной программы

№ п/п	Содержание компетенции	Шифр
1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1
2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2
3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3
4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	УК-4
5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	УК-5
6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6
7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	УК-7
8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-8
9	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	УК-9
10	Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности	УК-10
11	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использования их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-1
12	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	ОПК-2
13	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3
14	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4
15	Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ОПК-5
16	Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	ОПК-6
17	Способен участвовать в научно-исследовательской деятельности в области электроэнергетики	ПК-1
18	Способен проводить обоснование проектных решений в области электроэнергетики	ПК-2
19	Способен применять знание способов производства, транспорта и использования электроэнергии	ПК-3
20	Способен применять интеллектуальные системы управления в электроэнергетике	ПК-4
21	Способен участвовать в организации процесса функционирования оборудования высокоавтоматизированных подстанций	ПК-5

2. Паспорт фонда оценочных средств для проведения итоговой (государственной итоговой) аттестации

№ п/п	Модуль, раздел	Контролируемые компетенции (или их части)	ФОС	
			Вид оценочного средства	Количество вариантов заданий
1	Государственная итоговая аттестация	УК-1 УК-2 УК-3 УК-4 УК-5 УК-6 УК-7 УК-8 УК-9 УК-10 ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5 ОПК-6 ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 ПК-5	Экзаменационные билеты; Индивидуальные задания на выполнение ВКР	52; 42

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, а также шкал оценивания
3.1 Описание показателей

Код компетенции	Уровни сформированности компетенций	Индикаторы	Дескрипторы			
			2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
УК-1	Базовый	Знать Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Частично знает как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	знает как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Хорошо знает как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	
		Уметь Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Частично умеет осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Умеет с недочетами осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Хорошо умеет осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	
		Владеть Способен осуществлять поиск, критический	частично владеет способностью осуществлять поиск, критический анализ и	Владеет способностью осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации,	Хорошо владеет способностью осуществлять поиск, критический анализ и	

		анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	применять системный подход для решения поставленных задач	синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	
	Повышенн ый	Знать Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач				Демонстрирует знания как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
		Уметь Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач				Демонстрирует умения как осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
		Владеть Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач				Демонстрирует владение способностью осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК-2	Базовый	Знать - Знание экономических основ производства и ресурсы отраслевого предприятия - Знание современных проблем и путей повышения эффективности производства предприятий электроэнергетики	Не знает базовые экономические понятия и категории	Знает базовые экономические понятия и категории; состав и экономическую сущность ресурсов отраслевого предприятия слабо, допускает ошибки при их описании	Знает базовые экономические понятия и категории; экономические основы производства и ресурсы отраслевого предприятия	
		Уметь - Умение рассчитывать по принятой методике основные показатели эффективности использования ресурсов отраслевого предприятия, себестоимости, прибыли, рентабельности, систематизировать и обобщать информацию по использованию ресурсов отраслевого предприятия - Умение	Не умеет рассчитывать показатели эффективности использования ресурсов отраслевого предприятия	Умеет рассчитывать отдельные показатели эффективности использования ресурсов предприятия, допускает ошибки при работе с информацией по их использованию	Умеет рассчитывать по принятой методике основные показатели эффективности использования ресурсов отраслевого предприятия, систематизировать и обобщать информацию по их использованию	

		использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности				
		Владеть - Владение методами расчета и анализа основных экономических показателей деятельности предприятия отрасли - Владение экономическим образом мышления и системным видением хозяйственных и финансовых процессов, происходящих на предприятии отрасли	Не владеет методами расчета и анализа основных экономических показателей деятельности отраслевого предприятия	Имеет теоретические знания, но не может применить их на практике	Владеет методами расчета и анализа основных экономических показателей деятельности отраслевого предприятия	
	Повышенн ый	Знать - Знание экономических основ производства и ресурсы отраслевого предприятия - Знание современных проблем и путей повышения эффективности производства предприятий электроэнергетики				- Знает базовые экономические понятия и категории; экономические основы производства и ресурсы отраслевого предприятия - Знает современные проблемы и пути повышения эффективности производства предприятий электроэнергетики
		Уметь - Умение рассчитывать по принятой методике основные показатели эффективности использования ресурсов отраслевого предприятия, себестоимости, прибыли, рентабельности, систематизировать и обобщать информацию по использованию ресурсов отраслевого предприятия - Умение использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности				- Умеет рассчитывать по принятой методике основные показатели эффективности использования ресурсов отраслевого предприятия, систематизировать и обобщать информацию по их использованию - Умеет использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности
		Владеть - Владение методами расчета и анализа основных экономических показателей деятельности предприятия отрасли				- Владеет методами расчета и анализа основных экономических показателей деятельности отраслевого предприятия - Владеет

		- Владение экономическим образом мышления и системным видением хозяйственных и финансовых процессов, происходящих на предприятии отрасли				экономическим образом мышления и системным видением хозяйственных и финансовых процессов, происходящих на предприятии отрасли
УК-3	Базовый	Знать сущность и формы социального взаимодействия и социального влияния, теории лидерства и командообразования (тимбилдинга)	Отсутствие знаний сущности и форм социального взаимодействия и социального влияния, теорий лидерства и командообразования (тимбилдинга)	Неточное или неполное знание сущности и форм социального взаимодействия и социального влияния, теорий лидерства и командообразования (тимбилдинга)	Знания сущности и форм социального взаимодействия и социального влияния, теорий лидерства и командообразования (тимбилдинга) сформировано, но слабо применяются при решении практических задач	
		Уметь реализовывать свою роль в команде, организовывать командное взаимодействие и управлять конфликтами в организации	Не сформировано умение реализовывать свою роль в команде, организовывать командное взаимодействие и управлять конфликтами в организации	Умение реализовывать свою роль в команде, организовывать командное взаимодействие и управлять конфликтами в организации сформировано фрагментарно	Умение реализовывать свою роль в команде, организовывать командное взаимодействие и управлять конфликтами в организации используется с незначительными неточностями	
		Владеть методами работы в команде и технологиями повышения эффективности лидера и сплочения коллектива	Не сформированность владения методами работы в команде и технологиями повышения эффективности лидера и сплочения коллектива	Владение методами работы в команде и технологиями повышения эффективности лидера и сплочения коллектива сформировано не полностью	Владение методами работы в команде и технологиями повышения эффективности лидера и сплочения коллектива сформировано, применяется на практике с неточностями	
	Повышенн ый	Знать сущность и формы социального взаимодействия и социального влияния, теории лидерства и командообразования (тимбилдинга)				Теоретическое содержание курса освоено полностью, знания сущности и форм социального взаимодействия и социального влияния, теорий лидерства и командообразования (тимбилдинга), применяются при решении практических задач
		Уметь реализовывать свою роль в команде, организовывать командное взаимодействие и управлять конфликтами в организации				Полное владение умением реализовывать свою роль в команде, организовывать командное взаимодействие и управлять конфликтами в организации на практике
		Владеть методами работы в команде и технологиями повышения эффективности лидера и сплочения коллектива				Полностью владеет методами работы в команде и технологиями повышения эффективности лидера и сплочения коллектива. Самостоятельно находит пути решения поставленных задач.

УК-4	Базовый	Знание – главные понятия, основы коммуникативного и этического компонентов русского языка и культуры речи. – языковые нормы – функциональные стили	Поверхностные знания в области языковых норм	Знает основные языковые нормы, функциональные стили	Знает основные языковые нормы, функциональные стили, правила построения текстов, принадлежащих различным функциональным стилям, основные аспекты культуры речи.	
		Умение – сопоставительный анализ функциональных стилей – составлять различные виды научных и официально-деловых текстов.	С существенными ошибками проводить сопоставительный анализ функциональных стилей.	Умеет находить нарушения языковых норм в текстах, проводить сопоставительный анализ функциональных стилей; толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	Умеет находить нарушения языковых норм в текстах, проводить сопоставительный анализ функциональных стилей, составлять различные виды научных и официально-деловых текстов	
		Владение – базовыми знаниями языковых норм – системой знаний о языке	Неуверенно владеет навыками построения текстов различных функциональных стилей.	Навыками построения текстов различных функциональных стилей, базовыми знаниями языковых норм; владеет принципами толерантности с целью восприятия социальных, этнических, конфессиональных и культурных различий	Навыками построения текстов различных функциональных стилей, базовыми знаниями языковых норм, системой знаний о языке, культуре речи, принципами построения текстов основных научных, официально-деловых жанров.	
	Повышенный	Знание – правильно определять основные аспекты культуры речи – языковые нормы на всех уровнях языковой системы				Языковые нормы на всех уровнях языковой системы; правила построения текстов всех функциональных стилей.
		Умение – применять в речи и письме этические, коммуникативные правила культуры речи				Проводить деловую коммуникацию с полноценным осознанием социокультурного, политического и экономического контекстов
		Владение – принципами построения текстов основных научных, официально-деловых жанров, – навыками этикета и правилами языкового и социального поведения				Принципами построения текстов основных научных, официально-деловых жанров. Навыками этикета и правилами языкового и социального поведения в различных ситуациях.
	УК-5	Базовый	Знать Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	Недостаточно демонстрирует как воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	Знает как воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	Хорошо знает как воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах

		Уметь Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	Не умеет воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	Частично умеет воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	Умеет с маленьким количеством воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	
		Владеть Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	Неуверенно владеет навыками как воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	Частично владеет навыками как воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	Владеет навыками как воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	
	Повышенн ый	Знать Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах				Демонстрирует глубокое навыков как воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
		Уметь Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах				Способен самостоятельно воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
		Владеть Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах				Владеет навыками как воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
	УК-6	Базовый	Знать основы тайм-менеджмента и концепцию lifelong learning	знание основ тайм-менеджмента и концепции lifelong learning не сформировано	знание основ тайм-менеджмента и концепции lifelong learning сформировано фрагментарно	знание основ тайм-менеджмента и концепции lifelong learning сформировано
			Уметь управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	умение управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни не сформировано	умение управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни сформировано фрагментарно	умение управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни сформировано
			Владеть приемами управления временем, методами выстраивания и реализации	владение приемами управления временем, методами выстраивания и реализации траектории саморазвития на основе принципов образования в	владение приемами управления временем, методами выстраивания и реализации траектории саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	владение приемами управления временем, методами выстраивания и реализации траектории саморазвития на основе принципов образования

		траектории саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	течение всей жизни не сформировано	сформировано фрагментарно	в течение всей жизни сформировано	
	Повышенн ый	Знать основы тайм-менеджмента и концепцию lifelong learning				знание основ тайм-менеджмента и концепции lifelong learning сформировано и применяется при решении практических задач
		Уметь управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни				умение управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни не сформировано и применяется на практике
		Владеть приемами управления временем, методами выстраивания и реализации траектории саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни				владение приемами управления временем, методами выстраивания и реализации траектории саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни сформировано и применяется на практике
УК-7	Базовый	Знать здоровьесберегающие технологии с учетом физиологических особенностей организма, методы развития физических качеств, показатели собственного здоровья, особенности влияния образа жизни на здоровье и физическую подготовку человека	отсутствие систематизированных знаний в области здоровьесберегающих технологий, методов развития физических качеств, применения методов и средств физической культуры для обеспечения собственного физического развития, коррекции здоровья и восстановления работоспособности	теоретические знания имеются, но они разрознены	имеются знания по разделу дисциплины в достаточном объеме для решения поставленных задач, но отмечается недостаточно уверенное владение некоторыми научными понятиями и категориями	
		Уметь использовать средства и методы физической культуры и спорта для собственного физического развития, коррекции здоровья и восстановления работоспособности	отсутствие умения самостоятельно применять и использовать средства и методы физической культуры и спорта для обеспечения собственного физического развития, коррекции здоровья и восстановления работоспособности	неверный способ решения методической задачи	допущены ошибки в выборе отдельных способов применения и использования методов и средств физической культуры для обеспечения собственного физического развития, коррекции здоровья и восстановления работоспособности	
		Владеть рациональными способами и приемами профилактики профессиональных заболеваний, психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте	отсутствие навыков самостоятельно применять способы и приемы профилактики профессиональных заболеваний, психофизического и нервно-эмоционального утомления на рабочем месте	выбраны нерациональные средства и методы решения методической задачи	недостаточное владение некоторыми понятиями и категориями	

	Повышенн ый	Знать здоровьесберегающ ие технологии с учетом физиологических особенностей организма, методы развития физических качеств, показатели собственного здоровья, особенности влияния образа жизни на здоровье и физическую подготовку человека				уверенная демонстрация знаний
		Уметь использовать средства и методы физической культуры и спорта для собственного физического развития, коррекции здоровья и восстановления работоспособности				самостоятельно применять средства и методы физической культуры и спорта для собственного физического развития, коррекции здоровья и восстановления работоспособности
		Владеть рациональными способами и приемами профилактики профессиональных заболеваний, психофизического и нервно- эмоционального утомления на рабочем месте				уверенно владеет рациональными способами и приемами профилактики профессиональных заболеваний, психофизического и нервно- эмоционального утомления на рабочем
УК-8	Базовый	Знать средства и методы повышения безопасности, экологичности и устойчивости технических средств и технологических процессов; - методы исследования устойчивости функционирования производственных объектов и технических систем в чрезвычайных ситуациях; методы прогнозирования чрезвычайных ситуаций и разработки моделей их последствий.	не знает средства и методы повышения безопасности, экологичности и устойчивости технических средств и технологических процессов; - методы исследования устойчивости функционирования производственных объектов и технических систем в чрезвычайных ситуациях; методы прогнозирования чрезвычайных ситуаций и разработки моделей их последствий	частично знает средства и методы повышения безопасности, экологичности и устойчивости технических средств и технологических процессов;	знает средства и методы повышения безопасности, экологичности и устойчивости технических средств и технологических процессов; - методы исследования устойчивости функционирования производственных объектов и технических систем в чрезвычайных ситуациях; методы прогнозирования чрезвычайных ситуаций и разработки моделей их последствий	
		Уметь планировать и осуществлять мероприятия по повышению устойчивости производственных систем и объектов	не умеет планировать и осуществлять мероприятия по повышению устойчивости производственных систем и объектов	частично умеет планировать и осуществлять мероприятия по повышению устойчивости производственных систем и объектов	частично умеет планировать , но хорошо умеет осуществлять мероприятия по повышению устойчивости производственных систем и объектов	

		Владеть приемами оказания первой помощи, методами защиты в условиях ЧС	не владеет приемами оказания первой помощи, методами защиты в условиях ЧС	частично владеет приемами оказания первой помощи, методами защиты в условиях ЧС	хорошо владеет приемами оказания первой помощи, но частично владеет методами защиты в условиях ЧС	
	Повышенн ый	Знать средства и методы повышения безопасности, экологичности и устойчивости технических средств и технологических процессов; - методы исследования устойчивости функционирования производственных объектов и технических систем в чрезвычайных ситуациях; методы прогнозирования чрезвычайных ситуаций и разработки моделей их последствий.				отлично и полностью знает средства и методы повышения безопасности, экологичности и устойчивости технических средств и технологических процессов; - методы исследования устойчивости функционирования производственных объектов и технических систем в чрезвычайных ситуациях; методы прогнозирования чрезвычайных ситуаций и разработки моделей их последствий
		Уметь планировать и осуществлять мероприятия по повышению устойчивости производственных систем и объектов				отлично и полностью умеет планировать и осуществлять мероприятия по повышению устойчивости производственных систем и объектов.
		Владеть приемами оказания первой помощи, методами защиты в условиях ЧС				отлично и полностью владеет приемами оказания первой помощи, методами защиты в условиях ЧС
УК-9	Базовый	Знать Принципы оценки и расчета нормальных и аварийных режимов работы электроэнергетического оборудования; - Принципы выполнения первичных измерительных преобразователей тока и напряжения; - Виды локальной автоматики;	Принципы оценки и расчета нормальных и аварийных режимов работы электроэнергетического оборудования;	Принципы оценки и расчета нормальных и аварийных режимов работы электроэнергетического оборудования; - Принципы выполнения первичных измерительных преобразователей тока и напряжения;	Принципы оценки и расчета нормальных и аварийных режимов работы электроэнергетического оборудования; - Принципы выполнения первичных измерительных преобразователей тока и напряжения; - Виды локальной автоматики;	
		Уметь Составлять схемы замещения электрических сетей для расчета нормальных и аварийных режимов работы; - Рассчитывать уставки релейной защиты и автоматики на основе данных о нормальных и аварийных режимах работы	Составлять схемы замещения электрических сетей для расчета нормальных и аварийных режимов работы;	Составлять схемы замещения электрических сетей для расчета нормальных и аварийных режимов работы; - Рассчитывать уставки релейной защиты и автоматики на основе данных о нормальных и аварийных режимах работы электроэнергетического оборудования;	оставлять схемы замещения электрических сетей для расчета нормальных и аварийных режимов работы; - Рассчитывать уставки релейной защиты и автоматики на основе данных о нормальных и аварийных режимах работы электроэнергетического оборудования; - Вычислять	

		электроэнергетического оборудования; - Вычислять симметричные составляющие величин токов и оценивать эффективность токовых защит нулевой последовательности на их основе;			симметричные составляющие величин токов и оценивать эффективность токовых защит нулевой последовательности на их основе;	
		Владеть Навыками выбора и построения систем релейной защиты и автоматики объектов электроэнергетических систем; - Методами обнаружения присоединения с повреждением в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью; - Методикой выбора уставок дистанционных защит	Навыками выбора и построения систем релейной защиты и автоматики объектов электроэнергетических систем	Навыками выбора и построения систем релейной защиты и автоматики объектов электроэнергетических систем; - Методами обнаружения присоединения с повреждением в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью	Навыками выбора и построения систем релейной защиты и автоматики объектов электроэнергетических систем; - Методами обнаружения присоединения с повреждением в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью; - Методикой выбора уставок дистанционных защит	
	Повышенный	Знать Принципы оценки и расчета нормальных и аварийных режимов работы электроэнергетического оборудования; - Принципы выполнения первичных измерительных преобразователей тока и напряжения; - Виды локальной автоматики;				Принципы построения и цифровых подстанций и регламентирующие документы;
		Уметь Составлять схемы замещения электрических сетей для расчета нормальных и аварийных режимов работы; - Рассчитывать уставки релейной защиты и автоматики на основе данных о нормальных и аварийных режимах работы электроэнергетического оборудования; - Вычислять симметричные составляющие величин токов и оценивать эффективность токовых защит нулевой последовательности на их основе;				Формулировать основные требования к защитам воздушных линий напряжением 110 кВ и выше, и силовых трансформаторов;

		Владеть Навыками выбора и построения систем релейной защиты и автоматики объектов электроэнергетических систем; - Методами обнаружения присоединения с повреждением в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью; - Методикой выбора уставок дистанционных защит				Способами и схемами включения трансформаторов напряжения для контроль цепей напряжения в составе дистанционных защит
УК-10	Базовый	Знать - основные режимы работы электрооборудования электростанций и подстанций	не знает основные режимы работы электрооборудования	слабо знает основные режимы работы электрооборудования электростанций и подстанций	основные режимы работы электрооборудования электростанций и подстанций	
		Уметь - рассчитывать режимы работы электроэнергетических установок различного назначения, определять состав оборудования и его параметры, схемы электроэнергетических объектов - - выбирать оборудование и схемы электрических соединений как в части первичных, так и вторичных сетей, что необходимо для выполнения курсового и дипломного проектов	рассчитывать режимы работы электроэнергетических установок различного назначения	рассчитывать режимы работы электроэнергетических установок различного назначения, определять состав оборудования и его параметры, схемы электроэнергетических объектов	выбирать оборудование и схемы электрических соединений как в части первичных, так и вторичных сетей, что необходимо для выполнения курсового и дипломного проектов	
		Владеть - навыками в оформлении типовых расчетов, научно-технических отчетов; - - навыками к освоению нового оборудования; - - навыками самостоятельной работы со специальной технической литературой	навыками в оформлении типовых расчетов	- навыками в оформлении типовых расчетов, научно-технических отчетов;	навыками в оформлении типовых расчетов, научно-технических отчетов;навыками самостоятельной работы со специальной технической литературой	
	Повышенный	Знать - основные режимы работы электрооборудования электростанций и подстанций				отлично знает и в полном объеме основные режимы работы электрооборудования электростанций и подстанций
		Уметь - рассчитывать режимы работы				принцип действия и режимы работы электроэнергетическог

		электроэнергетических установок различного назначения, определять состав оборудования и его параметры, схемы электроэнергетических объектов -- выбирать оборудование и схемы электрических соединений как в части первичных, так и вторичных сетей, что необходимо для выполнения курсового и дипломного проектов				о и электротехнического оборудования; -- состав и схемы основного электротехнического и коммутационное оборудование электрических станций и подстанций
		Владеть - навыками в оформлении типовых расчетов, научно-технических отчетов; -- навыками к освоению нового оборудования; -- навыками самостоятельной работы со специальной технической литературой				- навыками в оформлении типовых расчетов, научно-технических отчетов; -- навыками к освоению нового оборудования; -- навыками самостоятельной работы со специальной технической литературой
ОПК-1	Базовый	Знать: правила оформления конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД.	Базовые правила часто используемые для оформления конструкторской документации.	Наиболее часто используемые правила оформления конструкторской документации. Знания разрознены, отсутствует логическая взаимосвязь знаний.	Знает основные требования ЕСКД по оформлению чертежей. Знания структурированы и логически взаимосвязаны.	
		Уметь: составлять проектную и чертежи деталей, рабочую техническую документацию с учетом всех требований ЕСКД.	выполняет проекционные чертежи деталей, имеющих простую форму	допускает нарушение требований ЕСКД при оформлении чертежей, отсутствует аргументация выполненных действий.	выбирает рациональные приемы компоновки чертежа. Допускает незначительные отклонения от норм ЕСКД при оформлении чертежа.	
		Владеть: способами преобразования чертежа навыками технически грамотного выполнения чертежей, схем, графиков и т.п.	Навыки построения чертежей пространственных объектов пространства сформированы слабо	Навыки построения чертежей, технически грамотного выполнения эскизов и чертежей, схем сформированы слабо, чертежи выполняются неаккуратно	Владеет методами построения обратимых чертежей, умеет анализировать чертеж, допускает небрежность при оформлении чертежа.	
	Повышенный	Знать: правила оформления конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД.				Углубленные знания правил проецирования, полученные при самостоятельном изучении литературы, демонстрирует знания всего комплекса ЕСКД по оформлению чертежей и иной конструкторской документации,
		Уметь: читать и выполнять чертежи деталей и				Самостоятельно изображает сложносоставные

		элементов конструкций, составлять проектную и рабочую техническую документацию с учетом всех требований ЕСКД.				пространственные объекты, не допускает отклонений от норм ЕСКД при оформлении чертежа
		Владеть: навыками технически грамотного выполнения чертежей, схем, графиков и .т.п.				Может самостоятельно и уверенно владеть навыками технически грамотного выполнения чертежей и схем чертежи выполняет аккуратно и точно, с соблюдением всех норм ЕСКД.
ОПК-2	Базовый	Знать - источники и виды электромагнитных помех, их характеристики, каналы распространения и способы защиты от них, требования к качеству электрической энергии и способы измерения ее характеристик; - методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении задач влияния электромагнитных полей, создаваемых устройствами электроэнергетики, на электротехнические устройства и установки, на работу релейной защиты и автоматики, на биологические объекты; - особенности расчета электрических полей, индуцируемых высоковольтными линиями электропередачи; - особенности работы электрооборудования в условиях электромагнитной совместимости устройств и аппаратов различного назначения.	некоторые источники и виды электромагнитных помех, их характеристики.	основные источники и виды электромагнитных помех, их характеристики, каналы распространения и способы защиты от них; - особенности работы электрооборудования в условиях электромагнитной совместимости устройств и аппаратов различного назначения	источники и виды электромагнитных помех, их характеристики, каналы распространения и способы защиты от них, требования к качеству электрической энергии и способы измерения ее характеристик; - методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении задач влияния электромагнитных полей, создаваемых устройствами электроэнергетики, на электротехнические устройства и установки, на работу релейной защиты и автоматики, на биологические объекты.	
		Уметь - проводить экспериментальные исследования по изучению электромагнитной обстановки на объектах	Иметь общее представление о средствах защиты от помех;	применять инженерные методы расчета и выбора средств защиты от помех.	проводить экспериментальные исследования по изучению электромагнитной обстановки на объектах электроэнергетики; - применять	

		электроэнергетики; - применять инженерные методы расчета и выбора средств защиты от помех.			инженерные методы расчета и выбора средств защиты от помех.	
		Владеть - навыками идентификации механизмов электромагнитных воздействий.	Некоторые механизмы электромагнитных воздействий;	навыками идентификации механизмов электромагнитных воздействий;	навыками идентификации механизмов электромагнитных воздействий и применением конкретных теоретических знаний для решения конкретных практических задач по защите электрооборудования от воздействующих электромагнитных помех	
	Повышенный	Знать - источники и виды электромагнитных помех, их характеристики, каналы распространения и способы защиты от них, требования к качеству электрической энергии и способы измерения ее характеристик; - методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении задач влияния электромагнитных полей, создаваемых устройствами электроэнергетики, на электротехнические устройства и установки, на работу релейной защиты и автоматики, на биологические объекты; - особенности расчета электрических полей, индуцируемых высоковольтными линиями электропередачи; - особенности работы электрооборудования в условиях электромагнитной совместимости устройств и аппаратов различного назначения.				источники и виды электромагнитных помех, их характеристики, каналы распространения и способы защиты от них, требования к качеству электрической энергии и способы измерения ее характеристик; - методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении задач влияния электромагнитных полей, создаваемых устройствами электроэнергетики, на электротехнические устройства и установки, на работу релейной защиты и автоматики, на биологические объекты; - особенности расчета электрических полей, индуцируемых высоковольтными линиями электропередачи; особенности работы электрооборудования в условиях электромагнитной совместимости устройств и аппаратов различного назначения.
		Уметь - проводить экспериментальные исследования по				проводить экспериментальные исследования по изучению

		изучению электромагнитной обстановки на объектах электроэнергетики; - применять инженерные методы расчета и выбора средств защиты от помех.				электромагнитной обстановки на объектах электроэнергетики; - применять инженерные методы расчета и выбора средств защиты от помех; использовать современные информационных технологий, глобальные информационные сети для получения, хранения и переработки информации;
		Владеть - навыками идентификации механизмов электромагнитных воздействий.				навыками идентификации механизмов электромагнитных воздействий и применением конкретных теоретических знаний для решения конкретных практических задач по защите электрооборудования и человека от воздействующих электромагнитных помех.
ОПК-3	Базовый	Знать основные уравнения и схемы замещения электрических машин и трансформаторов	Знает отдельные параметры схем замещения электрических машин и трансформаторов	Знает некоторые схемы замещения электрических машин и трансформаторов	Знает основные уравнения и схемы замещения электрических машин и трансформаторов	
		Уметь рассчитывать параметры схем замещения и строить векторные диаграммы на основе уравнений электрических машин и трансформаторов	Рассчитывает с ошибками отдельные параметры схем замещения электрических машин и трансформаторов	Умеет рассчитывать отдельные параметры схем замещения электрических машин и трансформаторов	Умеет рассчитывать параметры схем замещения электрических машин и трансформаторов	
		Владеть навыками расчета параметров схем замещения, построения векторных диаграмм электрических машин и трансформаторов	Частично владеет навыками расчета отдельных параметров схем замещения электрических машин и трансформаторов	Владеет навыками расчета отдельных параметров схем замещения электрических машин и трансформаторов	Владеет навыками расчета параметров схем замещения машин и трансформаторов	
	Повышенный	Знать основные уравнения и схемы замещения электрических машин и трансформаторов				Знает основные уравнения и схемы замещения электрических машин и трансформаторов, физический смысл параметров схем замещения
		Уметь рассчитывать параметры схем замещения и строить векторные диаграммы на основе уравнений электрических				Умеет рассчитывать параметры схем замещения и строить векторные диаграммы на основе уравнений электрических машин и трансформаторов

		машин и трансформаторов				
		Владеть навыками расчета параметров схем замещения, построения векторных диаграмм электрических машин и трансформаторов				Владеет навыками расчета параметров схем замещения, построения векторных диаграмм электрических машин и трансформаторов
ОПК-4	Базовый	Знать физическую сущность процессов, протекающих в проводниковых, полупроводниковых и магнитных материалах при их применении в различных приборах и устройствах электротехники	Имеет слабое представление о физической сущности процессов, протекающих в проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических и магнитных материалах. Затрудняется назвать сферы применения различных электротехнических и конструкционных материалов.	Имеет представление о физической сущности процессов, протекающих в некоторых материалах. Может назвать сферы применения некоторых электротехнических и конструкционных материалов.	Имеет представление о физической сущности процессов, протекающих в большинстве изученных материалов. Может назвать сферы применения некоторых электротехнических и конструкционных материалов.	
		Уметь использовать справочный аппарат для применения требуемых материалов в конкретных устройствах; использовать методы оценки основных свойств электротехнических материалов	Не знаком со справочным аппаратом электротехнических материалов; затрудняется в оценке основных свойств электротехнических материалов.	Знаком со справочным аппаратом некоторых электротехнических материалов; допускает незначительные ошибки в оценке основных свойств электротехнических материалов.	Свободно пользуется справочным аппаратом большинства электротехнических материалов; допускает незначительные ошибки в оценке основных свойств электротехнических материалов.	
		Владеть навыками расчета основных эксплуатационных характеристик электротехнических материалов для их использования в современной электронной и электротехнической аппаратуре	Не имеет представления об эксплуатационных характеристиках большинства электротехнических материалов и затрудняется назвать сферы использования основных электротехнических материалов.	Имеет представление об эксплуатационных характеристиках большинства электротехнических материалов, допускает грубые ошибки в их расчетах, но может назвать сферы использования некоторых электротехнических материалов.	Имеет представление об эксплуатационных характеристиках большинства электротехнических материалов, допускает незначительные ошибки в их расчетах, может назвать сферы использования большинства электротехнических материалов.	
	Повышенный	Знать физическую сущность процессов, протекающих в проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических и магнитных материалах при их применении в различных приборах и устройствах электротехники				Имеет четкое представление о физической сущности процессов, протекающих в большинстве изученных материалов. Может назвать сферы применения большинства электротехнических и конструкционных материалов.
		Уметь использовать справочный аппарат для применения требуемых материалов в конкретных устройствах;				Свободно пользуется справочным аппаратом большинства электротехнических материалов и свободно использует методы оценки основных свойств

		использовать методы оценки основных свойств электротехнических материалов				электротехнических материалов.
		Владеть навыками расчета основных эксплуатационных характеристик электротехнических материалов для их использования в современной электронной и электротехнической аппаратуре				Имеет представление об эксплуатационных характеристиках большинства электротехнических материалов, не допускает ошибок в их расчетах. может назвать сферы использования большинства электротехнических материалов.
ОПК-5	Базовый	Знать - теоретические и законодательные основы метрологической деятельности;- - правовые основы обеспечения единства измерений	- Имеет представление об основных понятиях метрологии, обеспечения единства измерений, стандартизации и сертификации.	- Ориентируется в определениях и принципах, применяемых в метрологии, стандартизации и сертификации.	- Допускает незначительные ошибки в формулировках основных понятий.	
		Уметь - пользоваться нормативной документацией по метрологии, стандартизации и сертификации	Не может объяснить принцип выбора средства измерения, как провести обработку результатов измерений и оценку погрешности средств измерений.	Не уверенно применяет средства измерения, допускает грубые ошибки при обработке результатов измерений, при оценке погрешности средств измерений.	Допускает не точности при применении средств измерения, при обработке результатов измерений, при оценке погрешности средств измерений.	
		Владеть - терминологией в области метрологии и технических измерений; - навыками дискуссии по профессиональной тематике	Недостаточными навыками необходимыми для обработки экспериментальных данных и оценки точности измерений, испытаний и достоверности контроля; дискуссии по профессиональной тематике; использования основных инструментов управления качеством; поверхностной информацией о основных положений и принципах государственной системы стандартизации; нормативной документацией по стандартизации и сертификации.	Неуверенно проводит обработку экспериментальных данных и оценку точности измерений, испытаний и достоверности контроля; сомневается в правильности применения основных положений и принципов государственной системы стандартизации; нормативной документацией по стандартизации и сертификации	Самостоятельно: ведет обработку экспериментальных данных и оценку точности измерений, испытаний и достоверности контроля; применяет терминологию в области метрологии и технических измерений; методы контроля качества; положения и принципы государственной системы стандартизации; документацию по стандартизации.	
	Повышенный	Знать - теоретические и законодательные основы метрологической деятельности;- - правовые основы обеспечения единства измерений				Уверено и самостоятельно определяет способы оценки точности измерений и испытаний и достоверности контроля; правила проведения метрологической экспертизы, методы и средства поверки, калибровки и юстировки средств измерений, методики выполнения измерений.
		Уметь - пользоваться нормативной документацией по метрологии,				Применять в практической деятельности нормы точности измерений и достоверности контроля и выбирать

		стандартизации и сертификации				средства измерений, испытаний и контроля; методы и принципы стандартизации при разработке стандартов и других нормативных документов; метрологическую экспертизу и осуществлять нормоконтроль технической документации.
		Владеть - терминологией в области метрологии и технических измерений; - навыками дискуссии по профессиональной тематике				Владеет навыками разрабатывать нормативно-техническую документацию; оформлять результаты испытаний.
ОПК-6	Базовый	Знать - теоретические и законодательные основы метрологической деятельности;- - правовые основы обеспечения единства измерений	- Имеет представление об основных понятиях метрологии, обеспечения единства измерений, стандартизации и сертификации.	- Ориентируется в определениях и принципах, применяемых в метрологии, стандартизации и стандартизации.	- Допускает незначительные ошибки в формулировках основных понятий.	
		Уметь - пользоваться нормативной документацией по метрологии, стандартизации и сертификации	Не может объяснить принцип выбора средства измерения, как провести обработку результатов измерений и оценку погрешности средств измерений.	Не уверенно применяет средства измерения, допускает грубые ошибки при обработке результатов измерений, при оценке погрешности средств измерений.	Допускает не точности при применении средств измерения, при обработке результатов измерений, при оценке погрешности средств измерений.	
		Владеть - терминологией в области метрологии и технических измерений; - навыками дискуссии по профессиональной тематике	Недостаточными навыками необходимыми для обработки экспериментальных данных и оценки точности измерений, испытаний и достоверности контроля; дискуссии по профессиональной тематике; использования основных инструментов управления качеством; поверхностной информацией о основных положений и принципах государственной системы стандартизации; нормативной документацией по стандартизации и сертификации.	Неуверенно проводит обработку экспериментальных данных и оценку точности измерений, испытаний и достоверности контроля; сомневается в правильности применения основных положений и принципов государственной системы стандартизации; нормативной документацией по стандартизации и сертификации	Самостоятельно: ведет обработку экспериментальных данных и оценку точности измерений, испытаний и достоверности контроля; применяет терминологию в области метрологии и технических измерений; методы контроля качества; положения и принципы государственной системы стандартизации; документацию по стандартизации.	
	Повышенный	Знать - теоретические и законодательные основы метрологической деятельности;- - правовые основы обеспечения единства измерений				Уверено и самостоятельно определяет способы оценки точности измерений и испытаний и достоверности контроля; правила проведения метрологической экспертизы, методы и средства поверки, калибровки и юстировки средств измерений, методики выполнения измерений.

		Уметь - пользоваться нормативной документацией по метрологии, стандартизации и сертификации				Применять в практической деятельности нормы точности измерений и достоверности контроля и выбирать средства измерений, испытаний и контроля; методы и принципы стандартизации при разработке стандартов и других нормативных документов; метрологическую экспертизу и осуществлять нормоконтроль технической документации.
		Владеть - терминологией в области метрологии и технических измерений; - навыками дискуссии по профессиональной тематике				Владеет навыками разрабатывать нормативно- техническую документацию; оформлять результаты испытаний.
ПК-1	Базовый	Знать приёмы постановки целей и задач научных исследований.	свойства объектов эксперимента, типы экспериментов	проведения эксперимента, сущность проведения проверки статистических гипотез, критические и допустимые области, основные модели регрессионного анализа, понятия активного и пассивного эксперимента, критерии проверки статистических гипотез	определения, критерии теории подобия и моделирования, алгоритмы определения воспроизводимости результатов эксперимента, оценки коэффициентов регрессии и адекватности линейной модели	
		Уметь ставить цели и определять задачи при организации научных исследований.	сравнивать активный и пассивный эксперимент	находить оценки параметров теоретических распределений и наборов данных, составлять матрицу планирования полного факторного эксперимента для линейной модели, проверять воспроизводимость эксперимента, рассчитывать параметры модели и оценивать ее адекватность	составлять матрицы дробного факторного эксперимента, рассчитывать смещенные и несмещенные оценки параметров линейной регрессионной модели	
		Владеть навыками анализа научно- технической информации и организации и проведения экспериментальны х исследований.	навыками сопоставления данных эксперимента	навыками проведения полного факторного эксперимента для определения параметров линейной регрессионной модели	навыками проведения дробного факторного эксперимента для определения параметров линейной регрессионной модели	
	Повышенн ый	Знать приёмы постановки целей и задач научных исследований.				свойства и методы и методы оценки коэффициентов корреляции и детерминации, методология и свойства экспериментов второго и высших порядков
		Уметь ставить цели и определять задачи при организации				проводить дисперсионный и корреляционный анализ

		научных исследований.				экспериментальных данных
		Владеть навыками анализа научно-технической информации и организации и проведения экспериментальных исследований.				навыками анализа типовых экспериментов
ПК-2	Базовый	Знать средства реализации математических методов обработки результатов измерений	Функции математической обработки результатов измерений	Часть функций математической обработки результатов измерений	Функции математической обработки результатов измерений	
		Уметь применять математические методы обработки результатов измерений в среде графического программирования	Формулировать постановку задачи обработки результатов измерений	Формулировать постановку задачи, применять часть функций математической обработки результатов измерений	Формулировать постановку задачи, применять функций математической обработки результатов измерений	
		Владеть навыками применения средства графического программирования при реализации математических методов обработки результатов измерений	терминологией, основными понятиями обработки результатов измерений	терминологией, основными понятиями и навыками графического программирования при обработке результатов измерений	терминологией, основными понятиями и навыками графического программирования при обработке результатов измерений, применять функций математической обработки результатов измерений	
	Повышенн ый	Знать средства реализации математических методов обработки результатов измерений				Технологию создания подпрограмм обработки результатов измерений, технологию создания подпрограмм обработки результатов измерений
		Уметь применять математические методы обработки результатов измерений в среде графического программирования				Формулировать постановку задачи, применять функций математической обработки результатов измерений, применять технологию создания подпрограмм обработки результатов измерений
		Владеть навыками применения средства графического программирования при реализации математических методов обработки результатов измерений				терминологией, основными понятиями и навыками графического программирования при обработке результатов измерений, технологию создания подпрограмм обработки результатов измерений
ПК-3	Базовый	Знать структуру электроэнергетических систем, основное оборудование электросетевого комплекса, схемы замещения элементов электроэнергетической сети, способы регулирования	Знать терминологию в области электроэнергетики	Знать основное оборудование электросетевого комплекса - Знать классификацию электрических сетей - Знать принципы производства, передачи и распределения электрической энергии.	Знать схемы замещения элементов электроэнергетической сети Знать типы компенсирующих устройств Знать классификацию потерь электрической энергии Знает способы регулирования напряжения на	

		напряжения и частоты в энергосистеме			электростанциях и понижающих подстанциях	
		Уметь Умеет составлять схемы замещения и производить расчет параметров электрических сетей	Умеет составлять схемы замещения отдельных элементов электроэнергетических систем	Умеет составлять схемы замещения электрических сетей с одинаковыми уровнями номинального напряжения	Умеет составлять схемы замещения электрических сетей с разным уровнями номинального напряжения	
		Владеть Владеет навыками определения мероприятий для приведения параметров режима электроэнергетических режимов к необходимым значениям	Владеет навыками определения необходимости применения мероприятий для приведения параметров режима	Владеет навыками определения необходимой для компенсации величины реактивной мощности	Владеет навыками определения рациональной отпайки РПН трансформаторов на понижающих подстанциях	
	Повышенн ый	Знать Знать структуру электроэнергетических систем, основное оборудование электросетевого комплекса, схемы замещения элементов электроэнергетической сети, способы регулирования напряжения и частоты в энергосистеме				Знать физический смысл элементов схем замещения оборудования электрической сети - Знать требования к качеству электрической энергии - Знать задачи и методы проектирования энергосистем и электрических сетей - Знает способы регулирования частоты в энергосистеме
		Уметь Умеет составлять схемы замещения и производить расчет параметров электрических сетей				Умеет определять параметры схемы замещения электрических сетей
		Владеть Владеет навыками определения мероприятий для приведения параметров режима электроэнергетических режимов к необходимым значениям				Владеет навыками определения объемов первичного, вторичного и третичного регулирования частоты в энергосистеме
	ПК-4	Знать Знает основные технико-экономические показатели проектирования электроэнергетических систем	Знает основные технико-экономические показатели, используемые при проектировании электроэнергетических систем	Знает составляющие капитальных затрат на строительство и эксплуатационных издержек энергетической системы	Знает методы технико-экономического сравнения вариантов электроэнергетических систем и сетей	
		Уметь Умеет принимать основные технические решения при проектировании	Умеет составлять варианты проектирования электроэнергетических систем	Умеет выбирать схемы присоединения подстанций к электрическим сетям	Умеет рассчитывать технико-экономические показатели проектируемой сети	
		Владеть Владеет методами выбора номинального напряжения электрической сети, выбора сечений проводников	Владеет методом выбора номинального напряжения с помощью таблиц по значению передаваемой мощности и расстоянию	Владеет методом выбора сечения проводника с помощью экономической плотности тока	Владеет методом выбора номинального напряжения с помощью эмпирических формул - Владеет методом выбора сечения проводника с помощью токовых интервалов - Владеет навыками проверки выбранных сечений проводников	

	Повышенн ый	Знать Знает основные техничко- экономические показатели проектирования электроэнергетичес ких систем				Знает нормативно- техническую документацию, используемую при разработки проектов электроэнергетических систем
		Уметь Умеет принимать основные технические решения при проектировании				Умеет обосновывать выбор рационального варианта схемы сети
		Владеть Владеет методами выбора номинального напряжения электрической сети, выбора сечений проводников				Владеет методом выбора номинального напряжения с помощью номограмм - Владеет навыками определения сечения проводников в распределительных сетях по допустимым потерям напряжения
ПК-5	Базовый	Знать Методы расчета потерь мощности и электроэнергии в электрических сетях; методы расчета режимов работы электроэнергетичес ких систем и сетей; методы регулирования напряжения и компенсации реактивной мощности в электроэнергетичес ких системах, в системообразующи х электрических сетях	Знать алгоритм расчёта питающей линии при заданном токе нагрузки; алгоритм расчета питающей линии при заданной мощности нагрузки и напряжении в конце	Знать алгоритм метода в "два этапа"	Знать требования к регулированию частоты в энергосистемы Знать методы регулирования напряжения в электрической сети	
		Уметь Уметь рассчитывать установившиеся режимы электроэнергетичес ких систем и сетей	Не умеет подготавливать необходимые исходные данные для расчета установившегося режима электрической сети	Умеет подготавливать необходимые исходные данные для расчета установившегося режима электрической сети	Умеет использовать методики анализа электрических цепей; преобразовывать схемы замещения для проведения расчетов; рассчитывать установившиеся режимы электроэнергетических систем и сетей.	
		Владеть Программными комплексами, предназначенными для решения задач по расчету, анализу и оптимизации режимов электрических сетей и систем	Не владеет навыками формирования исходных данных для решения задач по расчету режимов электрических сетей и систем в программным комплексе, предназначенном для решения задач по расчету, анализу и оптимизации режимов электрических сетей и систем	Владеет навыками формирования исходных данных для решения задач по расчету режимов электрических сетей и систем в программным комплексе, предназначенном для решения задач по расчету, анализу и оптимизации режимов электрических сетей и систем	Владеет навыками работы в программным комплексе, предназначенном для решения задач по расчету, анализу и оптимизации режимов электрических сетей и систем	
	Повышенн ый	Знать Методы расчета потерь мощности и электроэнергии в электрических сетях; методы расчета режимов работы электроэнергетичес				Знать методы расчета нормальных режимов электроэнергетических систем и сетей на ЭВМ

		ких систем и сетей; методы регулирования напряжения и компенсации реактивной мощности в электроэнергетических системах, в системообразующих электрических сетях				
		Уметь Уметь рассчитывать установившиеся режимы электроэнергетических систем и сетей				Умеет самостоятельно применять требования нормативных документов при определении режимов работы электроэнергетических систем - Уметь проводить расчет нормальных режимов электроэнергетических систем и сетей на ЭВМ
		Владеть Программными комплексами, предназначенными для решения задач по расчету, анализу и оптимизации режимов электрических сетей и систем				Владеет 1) навыками разработки мероприятий по снижению потерь мощности и электроэнергии; 2) методами расчета параметров электроэнергетических устройств и электроустановок, электроэнергетических систем и сетей

3.2 Критерии оценивания компетенций на государственном экзамене

Результаты государственного экзамена по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» определяется оценками "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно" в соответствии с требованием. При определении оценки знаний принимается во внимание уровень теоретической, научной и практической подготовки бакалавров. "Отлично" выставляется при условии, что бакалавр полностью ответил на все вопросы экзаменационного билета, дополнительные вопросы членов комиссии и при этом показал свой высокий уровень теоретической и практической подготовки. "Хорошо" – при условии, что бакалавр ответил на вопросы экзаменационного билета, дополнительные вопросы членов комиссии и показал хороший уровень подготовки. "Удовлетворительно" – при условии, что бакалавр показал свой достаточный уровень подготовки, необходимый для практической деятельности, но допустил неточности в ответе на экзамене. "Неудовлетворительно" ставится бакалавру, показавшему существенные пробелы в знании основного программного материала, которые не позволяют ему приступить к практической деятельности без дополнительной подготовки. Получение неудовлетворительной оценки лишает бакалавра права на пересдачу государственного экзамена по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» и получения допуска к выполнению выпускной квалификационной работы.

3.3 Критерии оценивания компетенций на защите выпускной квалификационной работы / научного доклада

Оценка «отлично» выставляется бакалавру, если тема выпускной квалификационной работы актуальна и полностью раскрыта, соответствует направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Цели и задачи, поставленные в работе, полностью раскрыты и отражены в выводах выпускной квалификационной работы. Для выполнения

экспериментальной части бакалавром привлечен достаточный научный аппарат, произведен анализ полученных данных и сделаны обоснованные выводы. Выпускная квалификационная работа и графический материал оформлен в соответствии с ГОСТ и ЕСКД без замечаний. Устный доклад бакалавра показал его способность логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь. Бакалавр полностью владеет теоретической составляющей выпускной квалификационной работы, грамотно использует специальную техническую терминологию, аргументированно отвечает на все вопросы членов комиссии. Выпускная квалификационная работа бакалавра прошла проверку на антиплагиат, процент оригинальности соответствует требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам бакалавров. Отзыв научного руководителя положительный, рекомендовано выставить бакалавру за выпускную квалификационную работу оценку «отлично» и присвоить по результатам защиты квалификацию Бакалавр.

Оценка «хорошо» выставляется бакалавру, если тема выпускной квалификационной работы актуальна и полностью раскрыта, соответствует направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Цели и задачи, поставленные в работе, раскрыты и отражены в выводах выпускной квалификационной работы. Для выполнения экспериментальной части бакалавром привлечен достаточный научный аппарат, произведен анализ полученных данных и сделаны обоснованные выводы. Выпускная квалификационная работа и графический материал оформлен в соответствии с ГОСТ и ЕСКД с небольшими замечаниями, отраженными в отзывах руководителя. Устный доклад бакалавра показал его способность логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь. бакалавр в достаточной мере владеет теоретической составляющей выпускной квалификационной работы, использует специальную техническую терминологию, аргументированно отвечает на вопросы членов комиссии. Выпускная квалификационная работа бакалавра прошла проверку на антиплагиат, процент оригинальности соответствует требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам бакалавров. Отзыв научного руководителя положительный, рекомендовано выставить бакалавру за выпускную квалификационную работу оценку «хорошо» и присвоить по результатам защиты квалификацию Бакалавр.

Оценка «удовлетворительно» выставляется бакалавру, если тема выпускной квалификационной работы актуальна и раскрыта, соответствует направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Цели и задачи, поставленные в работе в недостаточной мере раскрыты и отражены в выводах выпускной квалификационной работы. Для выполнения экспериментальной части бакалавром привлечен не достаточный научный аппарат, частично произведен анализ полученных данных и сделаны не всегда обоснованные выводы. Выпускная квалификационная работа и графический материал оформлен в соответствии с ГОСТ и ЕСКД со значительными замечаниями, отраженными в отзывах руководителя. Устный доклад бакалавра не показал его способность логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь. Бакалавр не в полной мере владеет теоретической составляющей выпускной квалификационной работы, практически не использует специальную техническую терминологию, не отвечает на вопросы членов комиссии. Выпускная квалификационная работа бакалавра прошла проверку на антиплагиат, процент оригинальности соответствует требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам бакалавров. Отзыв научного руководителя удовлетворительный, рекомендовано выставить бакалавру за выпускную квалификационную работу оценку «удовлетворительно» и присвоить по результатам защиты квалификацию Бакалавр.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется бакалавру, если тема выпускной квалификационной работы не раскрыта, но соответствует направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Цели и задачи, поставленные в работе не раскрыты и не отражены в выводах выпускной квалификационной работы. Для выполнения экспериментальной части бакалавром привлечен не достаточный научный

аппарат, не произведен анализ полученных данных и выводы не обоснованы. Выпускная квалификационная работа и графический материал оформлен с грубыми нарушениями ГОСТ и ЕСКД что, отражено в отзыве руководителя. Устный доклад бакалавра не показал его способность логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь. Бакалавр не владеет теоретической составляющей выпускной квалификационной работы, не знает специальную техническую терминологию, не отвечает на вопросы членов. Выпускная квалификационная работа бакалавра прошла проверку на антиплагиат, процент оригинальности соответствует требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам бакалавров. Отзыв научного руководителя не удовлетворительная, с серьезными замечаниями. Рекомендовано выставить бакалавру за выпускную квалификационную работу оценку «не удовлетворительно» и по результатам защиты не присваивать квалификацию бакалавр, так как бакалавр не подтвердил соответствие подготовки требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 «Электротехника и электротехника».

4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения образовательной программы

4.1 Вопросы к итоговому (государственному) экзамену

Базовый уровень

Вопросы (задача, задание) для проверки уровня обученности

Знать	Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанции. Особенности работ под напряжением на ВЛ. Нагрузка $S = 35 + j20$ МВА питается от шин электростанции по одноцепной линии 220 кВ длиной 80 км. Параметры схемы замещения $r = 24,48$ Ом, $x = 34,72$ Ом, $b = 108,8 \cdot 10^{-6}$ См. Напряжение на шинах электростанции $U_1 = 226$ кВ. Определить напряжение в конце линии U_2. Схема замещения двухобмоточного трансформатора, уравнения напряжений и намагничивающих сил. Обеспечение селективности токовых защит. Карта селективности, зона действия защиты. Определить сопротивления растеканию тока одиночных заземлителей вертикального стержневого R_v и горизонтального полосового R_{Γ} и сравнить их значения. Размеры одиночных заземлителей и их размещение в земле показаны на рисунке 1. Удельное сопротивление грунта 1 Ом·м. Расчет сети с разными номинальными напряжениями. Характер воздействия на человека токов разного значения. Выбрать рациональную отпайку РПН трансформатора типа ТРДН–40000/220. Нагрузка в максимальном режиме $S_H = (50 + j20)$ МВА. Исходная схема сети и схема замещения показаны на рисунке 1 и 2 соответственно. Напряжение на высшей стороне трансформатора 205 кВ. Трансформатор имеет пределы регулирования $\pm 8 \times 1,5$ %. КПД и параллельная работа трансформаторов, условия включения трансформаторов на параллельную работу. ПТБ при работе в электроустановках напряжением до 1000 В без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них. Определить центры электрических нагрузок промышленного предприятия (активных и реактивных). Исходные данные приведены в таблице 1. Системы охлаждения силовых трансформаторов и автотрансформаторов. Основные и дополнительные электротехнические защитные средства в электроустановках до и выше 1000 В.
-------	--

Определить мощность трансформатора $S_{ном}$, для двухтрансформаторной подстанции 110/10 кВ по среднеквадратичной мощности. График нагрузки подстанции с учетом компенсирующих устройств представлен в таблице 1.

Баланс реактивной мощности и изменение напряжения.

Расчет напряжения на низкой стороне подстанций.

Трехфазный синхронный генератор мощностью $S_n = 330$ кВА, напряжением $U_n = 6,3$ кВ при частоте тока $f = 50$ Гц и частоте вращения $n = 1000$ об/мин имеет коэффициент полезного действия $\eta_n = 92$ %. Генератор работает в номинальном режиме с коэффициентом мощности $\cos\varphi_n = 0,9$. Схема соединения обмотки статора – «звезда». Определить: активную мощность генератора P_n , ток обмотки статора I_n , мощность приводного механизма P_{1n} , вращающий момент M_1 при непосредственном соединении валов генератора и приводного механизма.

Включение синхронного генератора на параллельную работу с сетью.

Расчет электрических нагрузок промышленных предприятий методом коэффициента расчетной активной мощности.

От шин районной подстанции с уровнем напряжения 230 кВ по линии длиной 120 км, выполненной проводом АС-300/39, питается потребитель мощностью $\underline{S} = 80 + j30$ МВА.

Найти мощность, выдаваемую подстанцией в линию, и напряжение в конце линии в данном режиме, а также при отключенной нагрузке.

Расчет сети из двух последовательных линий при заданных мощностях нагрузки и напряжения в конце. Векторная диаграмма.

Источники оперативного тока на подстанции.

Выбрать кабель в цепи отходящей линии 10 кВ для следующих исходных данных. Кабель проложен в жиле (песок влажностью более 9 %). Температура окружающей среды $\nu = 20^\circ$. Параллельно проложены два кабеля, $l = 150$ мм. Нагрузка составляет в нормальном режиме $S_{ном} = 2,5$ МВА; в утяжеленном режиме $S_{утяж} = 4,0$ МВА, $T_{max} = 6000$ ч. Время отключения КЗ $t_{КЗ} = 1,3$ с. Периодическая составляющая тока КЗ $I_{п0} = 18$ кА.

Определение центра электрических нагрузок.

Выбор сечений жил кабелей напряжением выше 1000 В.

По двум параллельно работающим линиям с напряжением в конце 112 кВ и длиной 60 км, выполненной проводами АС-185/29, получает электроэнергию потребитель мощностью 70 МВт при коэффициенте мощности $\cos\varphi = 0,92$. Найти потери мощности и напряжение в начале линий.

Конструкции трансформаторов тока. Выбор трансформаторов тока.

Принцип действия системы зануления.

Трехфазный трансформатор имеет следующие параметры: номинальная мощность $S_n = 100$ кВА; номинальные напряжения (линейные) $U_{1н} = 0,5$ кВ; $U_{2н} = 0,23$ кВ; напряжение короткого замыкания $u_k = 5,5$ %, ток холостого хода $i_0 = 6,5$ %; потери холостого хода $P_0 = 0,65$ кВт и потери короткого замыкания $P_k = 2,0$ кВт. Обмотки трансформатора соединены по схеме Y/Y. Определить параметры Т-образной схемы замещения, считая ее симметричной ($r_1 = r_2$; $x_{\sigma 1} = x_{\sigma 2}$).

Схемы выполнения высоковольтной распределительной сети.

Мероприятия по снижению технических потерь энергии.

По двум параллельно работающим линиям с напряжением в конце 112 кВ и длиной 60 км, выполненной проводами АС-185/29, получает электроэнергию потребитель мощностью 70 МВт при коэффициенте мощности $\cos\varphi = 0,92$. Найти потери мощности и напряжение в начале линий.

Классификация потерь энергии.

	Защитное и рабочее заземление. Определить расчетные электрические нагрузки жилых домов, а также расчетную электрическую нагрузку жилых зданий, приведенную к шинам 0,4 кВ трансформаторной подстанции. Характеристики зданий принять в соответствии с таблицей. Все квартиры с электрическими плитами).
Уметь	Проверка и расчеты цеховых сетей по потерям напряжения. Отделители и короткозамыкатели, область их применения, выбор. Определить расчетные электрические нагрузки жилых домов, а также расчетную электрическую нагрузку жилых зданий, приведенную к шинам 0,4 кВ трансформаторной подстанции. Характеристики зданий принять в соответствии с таблицей. Все квартиры с электрическими плитами). Характеристики зданий Баланс активной мощности и регулировании частоты. Выбор сечений проводов и жил кабелей по техническим и экономическим условиям. Определить расчетные электрические нагрузки жилых домов, а также расчетную электрическую нагрузку жилых зданий, приведенную к шинам 0,4 кВ трансформаторной подстанции. Характеристики зданий принять в соответствии с таблицей. Все квартиры с электрическими плитами). Методы определения расчетной электрической нагрузки в промышленных электрических сетях. Главные понизительные подстанции (схемы, конструктивное выполнение, особенности). Определить расчетную силу, действующую на проходной изолятор на напряжение 6 кВ при электродинамическом воздействии тока короткого замыкания на него. Ударный ток трехфазного к.з. $i_{yd} = 35,12$ кА, длина пролета между изоляторами $l = 1$ м, расстояние между фазами $a = 0,8$ м. Схема замещения линий электропередач и их элементы. Компенсация реактивных нагрузок в системах электроснабжения. Схемы и конструкции конденсаторных установок. Определить центры электрических нагрузок промышленного предприятия (активных и реактивных). Исходные данные приведены в таблице 1. Встречное регулирование напряжения. Выбор коммутационных аппаратов в цеховых сетях. Определить расчетную силу, действующую на опорный изолятор на напряжение 6 кВ при электродинамическом воздействии тока короткого замыкания на него. Ударный ток трехфазного к.з. $i_{yd} = 22,334$ кА, длина пролета между опорными изоляторами $l = 1$ м, расстояние между фазами $a = 0,8$ м. Шины на изоляторах закреплены на ребро и расположены горизонтально в одной плоскости, поправочный коэффициент на высоту шин $K_H = 1,46$. Принцип действия и основные элементы конструкции трансформаторов. Обзор методов расчета электрических нагрузок промышленных предприятий и области их применения (подробно метод коэффициента спроса). Проверить на электродинамическое действие тока к.з. на изгиб жесткие шины прямоугольного сечения, расположенные на ребро. Момент сопротивления для шин $w = 0,21$ см³, шины однополюсные. Ударный ток трехфазного к.з. $i_{yd} = 11,55$ кА, длина пролета между опорными изоляторами шинной конструкции $l = 1$ м, расстояние между фазами $a = 0,8$ м. Шины выполнены из алюминиевого сплава марки АД31Т, допустимое механическое напряжение в материале шин $\tau_{don} = 75$ МПа. Шины расположены в одной плоскости.

	Расчет режима линии электропередачи при заданной мощности нагрузки и напряжении источника питания. Определение центра электрических нагрузок. Картограмма электрических нагрузок. Определить расчетные электрические нагрузки жилых домов, а также расчетную электрическую нагрузку жилых зданий, приведенную к шинам 0,4 кВ трансформаторной подстанции. Характеристики зданий принять в соответствии с таблицей. Все квартиры с электрическими плитами). Найти приближенное распределение мощностей в сети, схема которой приведена на рисунке 1. Линии выполнены проводами АС-185/29 ($r_0 = 0,162$ Ом/км, $x_0 = 0,413$ Ом/км, $b_0 = 2,9$ мкСм/км). Приведенные к шинам 110 кВ нагрузки подстанций (МВА) и длины участков (км) указаны на схеме. Расчеты выполнить для случаев: 1) Напряжения источников питания одинаковы ($U_a = U_b$); 2) Напряжения различаются, при этом $U_a = 114$ кВ, а $U_b = 112$ кВ. Потребители электрической энергии. Группы потребителей. Меры и средства ограничения токов короткого замыкания. По суточному графику нагрузки подстанции определить: - суточный расход электроэнергии W_c, - среднесуточную активную нагрузку $P_{ср.с.}$, - коэффициент заполнения графика $K_{зап.}$. Максимальная активная нагрузка подстанции $P_{max} = 20$ МВт. Суточный график работы подстанции представлен в таблице 1. Конструктивное выполнение ГПП и РП. Пути повышения пропускной способности распределительных сетей. Определить напряжение в узле А в сети с равномерно распределенной нагрузкой, плотность нагрузки $p = 0,3$ МВт/км. Схема сети показана на рисунке 1, напряжение базисного узла $U = 3,3$ кВ, нагрузка узла А $\dot{S}_A = 2 + j1,6$ МВА, длины линий приведены на схеме рисунка 1. При решении принять $R_0 = 0,1$ Ом/км, $X_0 = 0,2$ Ом/км. Потерями мощности пренебречь.
Владеть	Режим работы нейтрали в электроустановках. Конструктивное исполнение трансформаторов напряжения. Выбор и проверка измерительных трансформаторов напряжения. Определить расчетные электрические нагрузки жилых домов, а также расчетную электрическую нагрузку жилых зданий, приведенную к шинам 0,4 кВ трансформаторной подстанции. Характеристики зданий принять в соответствии с таблицей. Все квартиры с электрическими плитами). Выбор числа и мощности трансформаторов цеховых трансформаторных подстанций. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках. Асинхронный трехфазный двигатель при напряжении сети $U_c = 308$ В развивает номинальную мощность $P_n = 10$ кВт, вращаясь с частотой $n_n = 2920$ об/мин и потребляя ток $I_{1n} = 18,6$ А при коэффициенте мощности $\cos\varphi_n = 0,913$. В режиме холостого хода двигатель потребляет из сети мощность $P_0 = 325$ Вт при токе $I_0 = 5,04$ А. Активное сопротивление обмотки статора $r_1 = 0,326$ Ом, механические потери мощности $p_{мх} = 130$ Вт. Схема соединения обмотки статора – «звезда». Определить потери мощности в меди статора и ротора, потери в стали, добавочные потери при нагрузке, коэффициент полезного действия АД. Схемы и группы соединения обмоток трансформаторов.

	Дифференциальная защита с торможением. В сети напряжением 380/220 В, 50 Гц с заземленной нейтралью типа <i>TN-C</i> произошло замыкание на землю фазного провода, при этом: $R_{зм} = 18 \text{ Ом}$; $R_0 = 4 \text{ Ом}$; $R_h = 1 \text{ кОм}$. Какой ток протекает через тело человека при прикосновении к поврежденной фазе, если человек находится на расстоянии 40 м от места замыкания на землю? Принципиальная схема, соответствующая условию задачи, приведена на рисунке 1. Устройство и принцип действия синхронной машины. Обзор методов расчета электрических нагрузок промышленных предприятий и области их применения (подробно метод расчета по удельным расходам электроэнергии и плотностям нагрузок). Рассчитать ток и выбрать плавкий предохранитель для защиты линии, по которой питается электроприемник (электродвигатель) со следующими данными: $P_H = 18,5 \text{ кВт}$; $\cos\varphi = 0,82$; $\eta_n = 87 \%$; $I_n / I_H = 7$; $U_H = 380 \text{ В}$. Конструкция и принцип действия машины постоянного тока. Потребители и источники реактивной мощности в системах электроснабжения. Определить центры электрических нагрузок промышленного предприятия (активных и реактивных). Исходные данные приведены в таблице 1. 1. Механическая характеристика асинхронного двигателя. Выбор электрических аппаратов в сетях напряжением до 1000 В. Потребитель электроэнергии подключен к сети типа <i>IT</i>, произошло замыкание одного из фазных проводов на заземленный корпус. При каком значении сопротивления изоляции напряжение прикосновения человека, касающегося заземленного корпуса, равно длительно допустимому значению. Дано: $U_L = 380 \text{ В}$; $R_{L1} = R_{L2} = R_{L3} = R$; $R_h = 1 \text{ кОм}$; $R_3 = 4 \text{ Ом}$; сеть короткая; $\alpha_1 = \alpha_2 = 1$. 1. Принцип действия и устройство асинхронного двигателя. Расчет электрических нагрузок жилых и общественных зданий. Определить параметры схемы замещения трёхфазного двухобмоточного трансформатора типа ТМН-6300/35. Типы трансформаторов и автотрансформаторов, устанавливаемых на электростанциях и подстанциях их параметры. Назначение, принцип действия и основные органы дистанционной защиты. Определить допустимое время срабатывания УЗО (в предположении, что оно может быть установлено) для случая прикосновения человека к проводу сети типа <i>IT</i> в нормальном режиме. Параметры сети: $U_L = 380 \text{ В}$, $R_{L1} = R_{L2} = R_{L3} = R = 200 \text{ кОм}$; $C_{L1} = C_{L2} = C_{L3} = C = 10 \text{ мкФ}$; сопротивление тела человека $R_h = 2 \text{ кОм}$. Способы гашения дуги, применяемые в электрических аппаратах. Выбор номинального напряжения электрической сети. Кабельная линия напряжением 10 кВ протяженностью 0,8 км, выполненная кабелем ААБ-3×120, питает цех, мощность нагрузки которого 1500 кВт, а коэффициент мощности $\cos\varphi = 0,9$. Определить потери мощности в линии и напряжение в конце линии, если в начале линии $U_1 = 10,3 \text{ кВ}$. Падение и потеря напряжения. Векторная диаграмма. Функции РЗ и основные требования к РЗ. Определить параметры электрической нагрузки $S_H = 4,0 + j3,0 \text{ МВА}$ узла сети 10 кВ представленной параллельно соединенными неизменными активным и реактивным сопротивлениями. Показатели графиков нагрузки.
--	---

	Определение оптимального радиуса действия распределительной сети. Определить параметры схемы замещения трехфазной группы, состоящей из трех одинаковых автотрансформаторов АОДЦТН-167000/500/220. Параметры привести к напряжению 500 кВ.
--	---

Повышенный уровень

Вопросы (задача, задание) для проверки уровня обученности

Знать	Определить расчетные электрические нагрузки участка цеха методом коэффициента расчетной активной мощности, если в нем размещено следующее оборудование: – аппарат дуговой сварки ПВ = 60 %: $n = 5$ шт., $S_{уст} = 16$ кВА, $K_{и} = 0,3$, $\cos \varphi = 0,35$; – преобразователь сварочный ПВ = 40 %: $n = 2$ шт., $P_{уст} = 22$ кВт, $K_{и} = 0,1$, $\cos \varphi = 0,6$; – машина электросварочная точечная ПВ = 25 %: $n = 1$ шт., $S_{уст} = 25$ кВА, $K_{и} = 0,3$, $\cos \varphi = 0,6$. Определить расчетные электрические нагрузки участка цеха методом коэффициента расчетной активной мощности, если в нем размещено следующее оборудование: – вертикально-сверлильный станок: $n = 2$ шт., $P_{уст} = 2,925$ кВт, $K_{и} = 0,14$, $\cos \varphi = 0,5$; – радиально-сверлильный станок: $n = 4$ шт., $P_{уст} = 6,925$ кВт, $K_{и} = 0,14$, $\cos \varphi = 0,5$; – вентилятор: $n = 3$ шт., $P_{уст} = 3,45$ кВт, $K_{и} = 0,65$, $\cos \varphi = 0,8$. Определить периодическую составляющую тока трехфазного к.з. в начальный момент времени $I_{н0}$ на шинах 6 кВ подстанции 110/6 кВ с двумя трансформаторами ТРДН-25000/110. Подстанция получает питание от энергосистемы по двухцепной линии длиной 50 км. Удельное индуктивное сопротивление одной цепи линии $X_0 = 0,4$ Ом/км. Мощность короткого замыкания энергосистемы $S_k = 2000$ МВА, значение ЭДС энергосистемы принять $E^*_c = 1,0$ о.е. Каталожные данные трансформатора приведены в таблице 1. Расчетная схема энергосистемы представлена на рисунке 1. Воздушная линия напряжением 10 кВ протяженностью 3 км, схема которой показана на рисунке 1, выполнена проводом марки АС 70/11, удельное активное и реактивное сопротивления которого $r_0 = 0,422$ Ом/км, $x_0 = 0,367$ Ом/км. Линия связывает распределительное устройство напряжением 10 кВ малой ГЭС и подстанцию 110/10 кВ. От линии питается пять КТП напряжением 10/0,38 кВ, нагрузки которых указаны в таблице 2, а расстояния между ними – в таблице 3. Напряжение на шинах ГЭС и районной подстанции принять равным 10 кВ. Определить наибольшую потерю напряжения в линии. Определить коэффициент загрузки трансформатора Т компрессорной станции представленной на рисунке 1. Мощность трансформатора $S_{Т.ном} = 100$ кВА. Данные асинхронного двигателя приведены в таблице 2. Линейное напряжение в сети равно 110 кВ, удельные сопротивления фазы линии $X_L = 0,4$ Ом/км, мощность короткого замыкания $S_{кз} = 200$ МВА длина линии $L = 35$ км. Однофазное металлическое короткое замыкание происходит на конце линии, рассчитать величины токов короткого замыкания, при этом принять сопротивление прямой и обратной последовательности линии одинаковыми, сопротивление нулевой последовательности $3 \cdot X_L$, прямой, обратной и нулевой последовательности системы одинаковыми.
-------	--

	Определить количество активной и реактивной электроэнергии, получаемой потребителем, графики нагрузки которого приведены на рисунке 1. Определить потери активной мощности ΔP в воздушной линии в процентах. Определить центры электрических нагрузок промышленного предприятия (активных и реактивных). Исходные данные приведены в таблице 1. План расположения цехов на заводе приведен на рисунке 1. Проверить на коронирование гибкие шины 110 кВ, выполненные проводами АС-95/16. Радиус провода $r_0 = 0,675$ см, коэффициент, учитывающий шероховатость поверхности проводов, принять $m = 0,82$. Среднее геометрическое расстояние между проводами фаз на подстанции при их горизонтальном расположении принять $D_{cp} = 378$ см. Задана районная электрическая сеть (рисунок 1), для которой необходимо определить годовые потери электроэнергии в воздушной линии Л1 и на трансформаторной подстанции П1. Напряжение в точке А равно 121 кВ. Параметры нагрузки: $T_{НБ} = 5000$ ч., $\cos \varphi = 0,9$, $S_H = 10$ МВА. Данные трансформатора: $S_T = 10$ МВА, $u_k = 10,5$ %, $\Delta P_K = 60$ кВт, $\Delta P_{XX} = 14$ кВт, $I_{XX} = 0,9$ %. Параметры линии Л1: длина $L = 35$ км, $r_0 = 0,31$ Ом/км, $x_0 = 0,43$ Ом/км, $b_0 = 2,6 \cdot 10^{-6}$ См/км. Районная понизительная подстанция связана с источником питания одноцепной линией напряжением 110 кВ ($Z_L = 21 + j34$ Ом). Наибольшая нагрузка подстанции составляет $S = 22 + j20$ МВА. По условиям работы потребителей потери напряжения в при этой нагрузке должны быть не более 6 %. Для снижения потерь напряжения в каждую фазу линии предполагается последовательно включить однофазные конденсаторы мощностью 40 квар, напряжением 0,66 кВ (рисунок 1). Определить необходимое количество конденсаторов и установленную мощность конденсаторов. Потери мощности в линии не учитывать. По двум кабелям марки ААБ, напряжением 10 кВ, проложенным в земле, получает питание нагрузка предприятия $S = (4,6 + j2)$ МВА. Выбрать сечение кабелей по допустимому нагреву, если температура почвы $t'_0 = 5^\circ\text{C}$. Установившееся значение тока КЗ $I_\infty = 10$ кА, время действия защиты $t_3 = 1,4$ с, время отключения выключателя $t_{в} = 0,15$ с, постоянная времени апериодической составляющей тока КЗ $t_a = 0,1$ с.
Уметь	Определить необходимые параметры для выбора и проверки секционного выключателя Q_3 следующие параметры: рабочий ток $I_{раб}$, максимальный послеаварийный ток $I_{п/ав}$, ударный ток трехфазного к.з. $i_{уд}$, апериодическую составляющую $I_{пт}$ в момент времени τ, а также тепловой импульс B_K. Расчетная схема подстанции 110/10 кВ представлена на рисунке 1. Нагрузка подстанции с учетом компенсирующих устройств $S_{p\max} = 8,601$ МВА, периодическая составляющая тока трехфазного к.з. в начальный момент времени $I_{по} = 1,81$ кА, постоянная времени $T_a = 0,02$ сек., ударный коэффициент $k_{уд} = 1,608$. Для определения времени τ принять минимально возможное время действия релейной защиты $t_{рз\min} = 0,01$ сек и собственное время отключения предполагаемого выключателя $t_{св} = 25$ мсек. Длительность к.з. $t_{откл} = 0,14$ сек. Подстанция проходная и получает питание от шин энергосистемы неизменного напряжения. Мощность транзитного потока $S_{транз} = 35,801$ МВА. Определить расчетные электрические нагрузки участка цеха методом коэффициента расчетной активной мощности, если в нем размещено следующее оборудование: – тележка подвесная ПВ=40 %: $n = 8$ шт., $P_{уст} = 4$ кВт, $K_{и} = 0,1$, $\cos \varphi = 0,5$;

- тельфер транспортный ПВ=60 %: $n = 3$ шт., $P_{уст} = 10$ кВт, $K_{и} = 0,1$, $\cos \varphi = 0,5$;
- аппарат стыковой сварки ПВ=25 %: $n = 5$ шт., $S_{уст} = 14$ кВА, $K_{и} = 0,35$, $\cos \varphi = 0,55$

Определить потокораспределение активной мощности и номинальное напряжение линий для схемы сети представленной на рисунке 1. Длины линий равны: $L_{14} = 22,5$ км, $L_{45} = 22,5$ км, $L_{56} = 30$ км, $L_{12} = 30$ км, $L_{23} = 23$ км. Исходная информация по нагрузкам приведена в таблице 1.

Определить периодическую составляющую тока трехфазного к.з. в начальный момент времени $I_{по}$ на шинах 10 кВ подстанции 110/10 кВ с двумя трансформаторами ТДН-10000/110. Подстанция получает питание от энергосистемы по двухцепной линии длиной 45 км. Удельное индуктивное сопротивление одной цепи линии $X_0 = 0,4$ Ом/км. Мощность короткого замыкания энергосистемы $S_k = 1600$ МВА, значение ЭДС энергосистемы принять $E_{*c} = 1,0$ о.е. Каталожные данные трансформатора приведены в таблице 2. Расчетная схема энергосистемы представлена на рисунке 1.

Определить погрешность от неучета поперечной составляющей падения напряжения при расчете напряжения в начале воздушной линии длиной 80 км, выполненной проводом АС-300/39, в конце которой напряжение равно 225 кВ при нагрузке $\underline{S} = 100 + j30$ МВА.

Определить расчетные электрические нагрузки участка цеха методом коэффициента расчетной активной мощности, если в нем размещено следующее оборудование:

- муфельная печь: $n = 2$ шт., $P_{уст} = 4,2$ кВт, $K_{и} = 0,8$, $\cos \varphi = 0,95$;
- сушильный шкаф: $n = 2$ шт., $P_{уст} = 10$ кВт, $K_{и} = 0,8$, $\cos \varphi = 0,95$;
- вентилятор: $n = 2$ шт., $P_{уст} = 7$ кВт, $K_{и} = 0,65$, $\cos \varphi = 0,8$.

По двум линиям напряжением 10 кВ и длиной 1 км от одного источника получает электроэнергию потребитель мощностью $P = 3,5$ МВт при $\cos \varphi = 1$. При этом одна линия выполнена кабелем ААБ-3×95, а вторая – проводом АС-95/16.

Определить мощность, передаваемую по каждой линии и потери активной мощности в них и в электропередаче в целом.

Кольцевая сеть (рисунок 1) напряжением 110 кВ связывает электростанцию 1 с понижающими подстанциями 2, 3, имеющими расчетные нагрузки $\underline{S}_2 = 28 + j23$ МВА и $\underline{S}_3 = 39,2 + j32,89$ МВА. Марки проводов, длины линий указаны на рисунке. Сопротивления их равны: $\underline{Z}_{12} = 3,6 + j12,15$ Ом; $\underline{Z}_{23} = 5 + j6$ Ом; $\underline{Z}_{13} = 8,1 + j20,65$ Ом. Напряжение на шинах электростанции равно 113 кВ. Найти точку потокораздела мощностей. Определить мощность, которая поступает с шин электростанции. Расчет провести без учета потерь мощности.

Предприятие получает электроэнергию на напряжении $U_{ном} = 110$ кВ по двухцепной ЛЭП, выполненной проводом АС-120/19 (допустимый ток $I_{доп} = 380$ А, допустимая температура нагрева $T_{доп} = +70$ градусов, температура воздуха $T_{о.с.} = +25$ градусов). Максимальная нагрузка предприятия $P_{max} = 40$ МВт, $\tan \varphi = 0,5$.

Требуется определить:

- является ли допустимой работа одной цепи ЛЭП при аварии на другой, т.е. определить пропускную способность ЛЭП по нагреву ($P_{доп}$ – по активной мощности) при аварийном отключении одной цепи;
- температуру нагрева (T) провода одной цепи ЛЭП в послеаварийном режиме работы.

	Определить расчетные электрические нагрузки участка цеха методом коэффициента расчетной активной мощности, если в нем размещено следующее оборудование: – аппарат дуговой сварки ПВ=60 %: $n = 3$ шт., $S_{уст} = 21$ кВА, $K_{и} = 0,3$, $\cos \varphi = 0,35$; – преобразователь сварочный ПВ=40 %: $n = 2$ шт., $P_{уст} = 9$ кВт, $K_{и} = 0,3$, $\cos \varphi = 0,6$; – вентилятор: $n = 2$ шт., $P_{уст} = 7$ кВт, $K_{и} = 0,65$, $\cos \varphi = 0,8$. Определить расчетные электрические нагрузки участка цеха методом коэффициента расчетной активной мощности, если в нем размещено следующее оборудование: – электропечь сопротивления: $n = 2$ шт., $P_{уст} = 16$ кВт, $K_{и} = 0,8$, $\cos \varphi = 0,95$; – печь нагревательная: $n = 1$ шт., $P_{уст} = 45$ кВт, $K_{и} = 0,8$, $\cos \varphi = 0,95$; – вентилятор: $n = 2$ шт., $P_{уст} = 18$ кВт, $K_{и} = 0,65$, $\cos \varphi = 0,8$.
Владеть	Определить потери реактивной мощности и реактивной энергии за год в трансформаторе T с учетом компенсации реактивной мощности в сети 0,4 кВ. Схема подключения компенсирующих устройств представлена на рисунке 1. Время наибольших потерь для реактивной мощности $\tau_Q = 2600$ ч. Остальные данные приведены в таблице 2. Рассчитать потокораспределение с учетом потерь мощности в замкнутой сети (рисунок 3) в заданном режиме работы. Зарядной мощностью ВЛ пренебречь. Рисунок 3 – Схема сети Справочные данные для воздушной линии: $r_0 = 0,301$ Ом/км; $x_0 = 0,434$ Ом/км; $b_0 = 2,611 \cdot 10^{-6}$ СМ/км. Допустимый длительный ток при температуре $+25$ °С: $I_{доп} = 330$ А. Рассчитать рабочие режимы линий питающей сети 110 кВ, схема которой изображена на рисунке 2. Рисунок 2 - Схема рассчитываемой сети 110 кВ Мощности нагрузок на стороне ВН трансформаторов: $\underline{S}_2 = 22,13 + j18,35$ МВ·А; $\underline{S}_3 = 17,11 + j14,45$ МВ·А; $\underline{S}_4 = 41,21 + j34,72$ МВ·А.

	Длины линий и марки использованных проводов указаны на схеме. Удельные параметры линий равны: - для линии 1-2: $r_0 = 0,12 \text{ Ом/км}$, $x_0 = 0,405 \text{ Ом/км}$, $b_0 = 2,81 \cdot 10^{-6} \text{ См/км}$; - для линии 2-3: $r_0 = 0,198 \text{ Ом/км}$, $x_0 = 0,42 \text{ Ом/км}$, $b_0 = 2,7 \cdot 10^{-6} \text{ См/км}$; - для линии 3-4: $r_0 = 0,249 \text{ Ом/км}$, $x_0 = 0,427 \text{ Ом/км}$, $b_0 = 2,66 \cdot 10^{-6} \text{ См/км}$. Напряжение в центре питания (узел 1) поддерживается равным 117,7 кВ. Расчет выполнить в два этапа. По двухцепной линии напряжением 110 кВ и длиной 40 км выполненной проводом АС-120/19, необходимо доставить потребителям мощность $\underline{S} = 60 + j20 \text{ МВА}$ при напряжении $U = 110 \text{ кВ}$. Найти мощность и напряжение, которые нужно подвести к линии для случаев одновременной работы двух цепей и одной из них. Силовой пункт (распределительный шкаф ШР-11) питается от щита (распределительного устройства) 0,4/0,23 кВ подстанции по кабелю с бумажной изоляцией марки ААШв, проложенному в земле (траншее). Фактическая температура среды не отличается от нормативной. В траншее находятся еще три рабочих кабеля, питающие других потребителей электроэнергии. Удельное сопротивление земли 200 см·К/Вт. От ШР-11 питаются электроприемники суммарной расчетной нагрузкой 82 А. Электропроводка от ШР-11 к одному из электродвигателей ($P_{н1} = 3 \text{ кВт}$, $\cos \varphi_{н1} = 0,83$, $\eta_{н1} = 83,5 \%$) выполняется изолированным проводом марки АПВ, проложенным в пластмассовой трубе. Проводка от ШР-11 к электродвигателю 2 ($P_{н2} = 2,2 \text{ кВт}$, $\cos \varphi_{н2} = 0,83$, $\eta_{н2} = 82,5 \%$, $\text{ПВ} = 40 \%$) выполняется проводом АПВ, проложенным в лотке. Общее количество проводов в виде пучка в лотке составляет 9. Проводка к электродвигателям 1 и 2 выполняется в нормальном производственном помещении с температурой воздуха $+30^\circ\text{C}$. Необходимо по допустимому нагреву выбрать сечение жил кабеля и проводов для питания указанных электроприемников. Определить необходимые параметры для выбора и проверки высоковольтного выключателя Q_1 в цепи трансформатора следующие параметры: рабочий ток $I_{\text{раб}}$, максимальный послеаварийный ток $I_{\text{н/ав}}$, ударный ток трехфазного к.з. $i_{\text{уд}}$, апериодическую составляющую $I_{\text{пт}}$ в момент времени τ, а также тепловой импульс B_k. Расчетная схема подстанции представлена на рисунке 1. Нагрузка подстанции с учетом компенсирующих устройств $S_{p \text{ max}} = 8,817 \text{ МВА}$, периодическая составляющая тока трехфазного к.з. в начальный момент времени $I_{\text{по}} = 4,044 \text{ кА}$, постоянная времени $T_a = 0,02 \text{ сек.}$, ударный коэффициент $k_{\text{уд}} = 1,608$. Для определения времени τ принять минимально возможное время действия релейной защиты $t_{\text{pz min}} = 0,01 \text{ сек}$ и собственное время отключения предполагаемого выключателя $t_{\text{св}} = 25 \text{ мсек}$. Длительность к.з. $t_{\text{откл}} = 0,14 \text{ сек}$. Подстанция тупиковая и получает питание от шин энергосистемы неизменного напряжения. Два трансформатора: T_1 ($S_n = 1600 \text{ кВА}$) и T_2 ($S_n = 630 \text{ кВА}$) работают раздельно, их общая нагрузка составляет 1150 кВА при $\cos \varphi = \text{const}$ (рисунок 1). Определить нагрузки S_1 и S_2 каждого из трансформаторов, при которых сумма потерь активной мощности в двух трансформаторах минимальна.
--	--

4.2 Оценочные средства для итоговой (государственной итоговой) аттестации (выпускной квалификационной работы / научного доклада)

4.2.1 Перечень тем выпускных квалификационных работ / научных докладов (темы научных докладов для аспирантов должны соответствовать темам научно-квалификационных работ (диссертаций)):

Направление деятельности	Примерная тематика
Научно-исследовательская	Лучшие практики в области импортозамещения в Российской Федерации и за рубежом (по отраслям и странам). Анализ и прогноз состояния рынка основного электротехнического оборудования и возможностей отечественной промышленности по импортозамещению (по группам оборудования). Организационно-экономические механизмы реализации политики импортозамещения электротехнического оборудования. Анализ подходов к оценке уровня локализации производства электротехнической продукции. Оценка общественного воздействия электросетевых компаний на развитие территориальных промышленных комплексов. Анализ стратегических рисков и оценка их влияния на реализацию политики импортозамещения в электроэнергетике. Управление инвестиционными проектами в компаниях электросетевого комплекса в интересах импортозамещения. Анализ механизмов участия электросетевых компаний в развитии технологий производства электротехнического оборудования. Организационно-экономические механизмы содействия выводу электротехнической продукции отечественных производителей на зарубежные рынки. Механизм страхования ответственности за качество и надежность электроснабжения, как способ решения проблемы "перекрестного субсидирования". Энергосервисные контракты при решении вопросов размещения стратегических компенсаторов реактивной мощности (СКРМ) в сетях нескольких собственников. Инновационное развитие. Механизмы взаимодействия инфраструктурных компаний с регулирующими органами, бизнесом и учебными институтами. Возможные схемы оптимизации режимов с применением концепта "Виртуальная электростанция". Устройства питания для диагностической и контрольной аппаратуры на потенциале провода. Автоматизированная методика выбора ограничителей перенапряжения нелинейных (ОПН) на подстанциях (САПР). Автоматизированная методика выбора средств молниезащиты и заземления на подстанциях (САПР). Автоматизированная методика выбора молниезащиты и заземления на высоковольтных линиях, включая ограничители перенапряжения нелинейные (САПР). Автоматизированная методика расчета апериодической составляющей тока в цикле автоматического повторного включения (АПВ) (САПР). Автоматизированная методика расчета электромагнитной совместимости (ЭМС) подстанций (САПР). Расчетные методы для оценки эффективности и оптимизации расстановки ограничителей перенапряжения нелинейных и разрядников на линиях электропередачи.

	Применение реакторов с регулированием под нагрузкой (РПН) для снижения потерь и повышения качества регулирования. Сравнение стоимости и надежности конструкции с шунтирующим реактором (ШР) и управляемым шунтирующим реактором на основе тиристорно-реакторных групп (УШРП(Т)). Влияние ОПН и разрядников на волновые характеристики ВЛ. Расчетные параметры современных видов кабелей с учетом их прокладки. Выявление аварий на полимерных изоляторах. Методы обнаружения и индикаторы. Высокочастотные перенапряжения в комплектных распределительных устройствах с элегазовой изоляцией. Методы расчеты и защиты от перенапряжений в циклах ОАПВ воздушных линий. Защита от коммутационных перенапряжений с использованием методов синхронизации коммутационных аппаратов. Расчеты условий возникновения феррорезонанса для различных схем и компоновок РУ 330 -500. Оценка эффективности использования современных устройств заземления нейтрали. Оценка мирового опыта эксплуатации и проведения кабелей из сшитого полиэтилена. Новые технологии коммутационной аппаратуры. Показатели надежности цифровой подстанции. Расчет показателей надежности ЦПС в зависимости от структуры построения. Технико-экономические показатели применения волновых защит. Методы выявления КЗ и обеспечения АПВ кабельно-воздушных линий. Технико-экономические показатели волновых систем ОМП для воздушных линий различной конфигурации (КВЛ, ВЛ с отпайками, ВЛ большой длины и т.п.). Алгоритмы синхронизации данных при несинхронной работе (в случае отсутствия связи с GPS/ГЛОНАСС) волновых устройств ОМП ВЛ. Структура цифровых потоков данных в протоколе 61850. Сравнение РЗА сетей среднего напряжения, выполненных с изолированной и резистивной нейтралью трансформаторов. Сравнение показателей надежности вариантов выполнения микропроцессорных РЗА: традиционные, с применением протокола 61850 8-1 и применением 61850 9-2. Методология контроля измерительных трактов РЗА для различных вариантов схем ПС. Типовые базы данных, необходимые для обслуживания устройств РЗА, создание паспорта устройства РЗА и взаимодействие с другими службами. Типовые программы наладки, опробования и ввода в работу устройств РЗА для различных вариантов схем и видов реконструкции. Система автоматизированного проектирования комплекса релейной защиты и автоматики подстанции (САПР). Система автоматизированного выбора установок и функций релейной защиты и автоматики подстанции (САПР). «Мертвые зоны» в РУ ПС. Статистические данные и вероятность возникновения КЗ в «мертвой зоне». Целесообразность выполнения специальных мероприятий по их исключению. Современные схемно-технические решения обеспечения оперативной блокировки на действующих и новых ПС. Разработка мероприятий по управлению режимами работы электрической сети на основе информации от датчиков состояния ВЛ.
--	--

	Разработка подходов к оптимизации графиков плановых отключений сетевого оборудования с учетом возможного снижения качества электроэнергии в ремонтных схемах сети. Разработка подходов по автоматическому регулированию напряжения с помощью РПН (авто-) трансформаторов в магистральных сетях. Разработка методов определения причин снижения качества электрической энергии в электрических сетях на основании показаний автоматизированной системы мониторинга показателей качества электроэнергии. Разработка принципов регулирования напряжения на магистральной подстанции при наличии на ней нескольких типов средств регулирования напряжения и компенсации реактивной мощности. Разработка алгоритмов учета рисков нарушения надежного электроснабжения потребителей при планировании отключений оборудования магистральных сетей. Оценка потенциала снижения потерь различных мероприятий по оптимизации режима и замене оборудования. Многосвязные регуляторы для регулирования напряжения на подстанции. Многоагентная технология оптимизации и регулирования напряжения в электрических сетях. Современные методы сборки и достоверизации модели топологии и модели сети на базе многоагентных технологий и векторных (синхронизированных) измерений. Использование синхронных измерений для актуализации параметров сети. Современные интеллектуальные алгоритмы достоверизации измерений. Использование синхронных измерений для актуализации параметров генераторов и нагрузок. Методы для точного определения потерь на корону. Использование синхронных измерений для оценки и выявления несоответствия метрологических характеристик измерительного оборудования. Кибербезопасность систем управления энергосистемами. Обеспечение целостности данных, выявление атак и принятие мер. Интеллектуальные алгоритмы автоматического восстановления сети после аварии. Регулирование напряжения на электростанциях с учетом потерь на корону в прилегающей сети. Оценка надежности при оптимизации схем распределительных устройств подстанций. Применение синхронизированных измерений для выявления аварий в электрических сетях. Критерии целесообразности применения управляемых шунтирующих реакторов в сетях СВН в различных схемно-режимных ситуациях. Оценка экономического эффекта при применении средств регулирования напряжения и повышения качества электроэнергии на объектах с тяговой несимметричной нагрузкой. Автоматизированная методика расчета серии режимов и выбора основного оборудования при оптимизации и учете надежности схемно-технических решений ПС (САПР). Анализ применения опор типовых серий 70-90 гг. при проектировании ЛЭП по 7 ПУЭ. Область применения новых видов проводов при проектировании ЛЭП. Нормативный «вакуум», проблемы выбора и технический эффект. Большой переход. Техничко-экономическое сопоставление вариантов применения современных типов проводов. Техническая целесообразность и экономический эффект.
--	---

	Коррозионные воздействия на элементы ВЛ, действующая нормативная база и анализ эффективности защитных мероприятий. Отечественный и зарубежный опыт. Анализ экономической и технической эффективности применения железобетонных опор современных конструкций для строительства ВЛ. Изучение мирового опыта и эффективности применения полимерной изоляции на ВЛ. Автоматизированная методика определения расчетных климатических нагрузок для проектирования на базе карт районирования и наблюдений (САПР). Построение карты нормативных документов и формирование базы требований для проектирования ВЛ (САПР). Исследование информационных моделей распространенных САПР и оценка возможности применения стандарта ISO 15926 для формирования кроссплатформенной модели обмена информацией при проектировании (САПР). Эффективность применения комплектных распределительных устройств элегазовых. Автоматизированная методика расчета и выбора системы оперативного постоянного тока ПС (САПР). Автоматизированная методика расчета и выбора схемно-технических решений собственных нужд ПС (САПР). Построение карты нормативных документов и формирование базы требований для проектирования ВЛ (САПР). Оценка эффективности применения элегазовых токопроводов при строительстве подстанции. Анализ аварийности силовых трансформаторов 220 -750 кВ. Анализ аварийности комплектных распределительных устройств элегазовых. Использование средств интеллектуального поиска для обработки данных по аварийности электротехнического оборудования. Оценка эффективности применения беспилотных аппаратов для обслуживания ЛЭП и ПС. Оценка эффективности применения стационарных датчиков диагностики ИК и УФ спектра. Оценка эффективности современных методов диагностики оборудования подстанций. Применение синхронизированных измерений для диагностики электротехнического оборудования. Применение средств навигации и радиочастотной идентификации для повышения производительности труда и повышения безопасности выполнения работ. Методы повышения ресурса аккумуляторных батарей собственных нужд ПС. Перспективные методы обеспечения оперативной блокировки с применением новых типов датчиков. Оценка эффективности методов заземления в цепях оперативного постоянного тока. Анализ аварийности и выявленных дефектов высоковольтных вводов. Автоматизация формирования и контроль расходования запасов материально-технического обеспечения для ТООиР. Зарубежный опыт формирования аварийного резерва (нормы комплектования, взаимодействие с изготовителями). Анализ применения частоты и состава типовых узлов, применяемых проектными институтами при проектировании ПС 220-500 кВ. Анализ опыта и целесообразность повторного применения проектов ПС без их полной переработки. Методы решения.
--	---

	Анализ негативного влияния КИВ на вводы с RIP-изоляцией. Поиск альтернативных решений. Изучение мирового опыта применения полимерной изоляции оборудования ПС. Анализ применяемых в 2006-2014 гг. схем РУ при строительстве подстанций ЕНЭС. Действующая нормативно-техническая документация и рекомендации по корректировке. 104. Целесообразный режим заземления нейтрали в сетях 10-35 кВ. Технические особенности.
--	--

4.2.2 Структура работы

Раздел 1

Уровень обученности	Формулировка задания	Контролируемые компетенции или их части						
		Универсальные компетенции	Общепрофессиональные	Профессиональные компетенции				
		УК-2;	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5	ПК-1	ПК-2	ПК-3	ПК-4	ПК-5
Знать	Задание 1 Изучить требования ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе», ГОСТ 7.1 – 2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления», ЕСКД, технические условия и другие нормативные документы в области электроэнергетики.		+					
	Задание 2. Изучить отечественную и зарубежную литературу по теме выпускной квалификационной работы и смежным областям знаний, справочную и патентную литературу, с учетом требования информационной безопасности, в т.ч. защиты государственной тайны.	+			+	+		+
	Задание 3 Изучить основные положения законодательства в области авторского права, требования и правила оформления правомерного цитирования в квалификационных работах.							
Уметь	Задание 1 Провести обобщение и анализ отечественной и зарубежной литературы по теме выпускной квалификационной работы.	+	+		+	+		
	Задание 2 Совместно с руководителем обосновать на основе анализа источников литературы актуальность выбранной темы НКР, научную новизну и практическую значимость.		+		+	+		
	Задание 3 Совместно с руководителем определить объект и предмет исследования, сформулировать цель НКР				+	+		

	Задание 4 Совместно с руководителем сформулировать задачи НКР и выбрать методики моделирования исследуемых процессов, методы исследования.	+	+		+	+		
	Задание 5. Совместно с руководителем разбить литературный обзор на подразделы, освещающие определенные вопросы тематики НКР и выводы по разделу. Освещение материалов должно быть логически выверено, обобщение материала проводить аргументированной и ясно.	+	+		+	+		
Владеть	Задание 1. Составить литературный обзор по теме ВКР, используя навыки работы с компьютером, в соответствии с требованиями ГОСТ. ЕСКД, законодательства в области авторского права, других нормативных документов.		+					+
	Задание 2 Оформить рисунки, схемы, чертежи (при наличии) в литературном обзоре в соответствии с требованиями ГОСТ, ЕСКД, применяя современные программные средства выполнения и редактирования изображений.	+			+			

Графический материал (при необходимости): схемы, алгоритмы, диаграммы, графики, рисунки.

Раздел 2

Уровень обученности	Формулировка задания	Контролируемые компетенции или их части						
		Универсальные компетенции	Общепрофессиональные	Профессиональные компетенции				
		УК-2;	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5	ПК-1	ПК-2	ПК-3	ПК-4	ПК-5
Знать	Задание 1. Представить основные положения теорий, основы процессов, модели, алгоритмы, технологические схемы и установки, схемы оборудования, использованные при проведении эксперимента (исследования), как	+						+

	разработанные бакалавром, так и заимствованные (с необходимыми ссылками).							
	Задание 2. Знать методы (методики) статистической обработки результатов эксперимента, расчета воспроизводимости, достоверности результатов экспериментов, доверительного интервала и др.	+		+	+	+	+	
	Задание 3. Представить планируемую к разработке архитектуру высокоавтоматизированной подстанции и перечень оборудования информационного взаимодействия	+		+	+	+	+	+
Уметь	Задание 1. Совместно с руководителем выбрать методику экспериментального исследования, исходя из требуемых (ожидаемых) параметров, характеристик материалов и компонентов, условий их эксплуатации	+	+	+	+	+	+	
	Задание 2. Представить четкие пошаговые методики, алгоритмы, схемы, модели, которые использовались при проведении эксперимента	+	+	+	+	+	+	
	Задание 3. Использует современные специализированные программные средства	+				+	+	+
Владеть	Задание 1. Овладеть навыками работы на современном оборудовании (технологическом, исследовательском, контрольно-измерительном)	+		+			+	
	Задание 2. Овладеть навыком разработки проекта высокоавтоматизированной подстанции с применением информационной модели и специализированных программных средств					+	+	+

Графический материал (при необходимости): схемы, алгоритмы, диаграммы, графики, рисунки.

Раздел 3

Уровень обученности	Формулировка задания	Контролируемые компетенции или их части						
		Универсальные компетенции	Общепрофессиональные	Профессиональные компетенции				
		УК-2;	ОПК-1; ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5	ПК-1	ПК-2	ПК-3	ПК-4	ПК-5
Знать	Задание 1. Знать основные приемы статистической обработки и представления экспериментальных данных	+			+	+		+
Уметь	Задание 1. Произвести обработку, анализ и систематизацию полученных экспериментальных данных	+	+		+	+		+
	Задание 2. Совместно с руководителем ВКР сделать выводы по результатам работы в соответствии с целями и задачами, поставленными в разделе 1		+		+	+		
	Задание 3. Сделать сравнение результатов, полученных в ходе выполнения ВКР с результатами других исследователей по тематике	+			+	+		+
Владеть	Задание 1 Привести результаты расчета и /или моделирования (математического, компьютерного) свойств, параметров материалов, изделий на их основе	+				+		
	Задание 2 Представить результаты работы в виде рисунков, схем, чертежей (при наличии) в соответствии с требованиями ГОСТ, ЕСКД, применяя современные программные средства выполнения и редактирования изображений		+		+	+		

Графический материал (при необходимости): схемы, алгоритмы, диаграммы, графики, рисунки.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов освоения образовательной программы.

5.1 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов освоения образовательной программы на итоговом (государственном) экзамене
Процедура проведения государственного экзамена осуществляется в соответствии с Положением о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры в СКФУ и Положением о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам аспирантуры, ординатуры в СКФУ.

В экзаменационный билет включаются 2 теоретических вопроса и 2 практических задания. Каждый обучающийся самостоятельно выбирает экзаменационный билет один раз посредством произвольного извлечения. Номер билета фиксируется секретарем ГЭК в соответствующем протоколе.

На подготовку к ответу на экзаменационный билет обучающемуся отводится: (как правило, 30 минут (для технических направлений подготовки (специальностей) - до 1 часа)). При подготовке обучающийся имеет право пользоваться программой государственного экзамена, а также с разрешения ГЭК - справочной литературой.

5.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов освоения образовательной программы на защите выпускной квалификационной работы / научного доклада. На каждом этапе осуществляется текущий контроль за процессом формирования компетенций. Предлагаемые обучающемуся задания позволяют проверить компетенции УК-2, ОПК-1; ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5; ПК-2; ПК-3; ПК-5
При защите выпускной квалификационной работы / научного доклада оцениваются:

1. Доклад:

- актуальность;
- уровень теоретической проработки проблемы, включая знание современной научно-технической литературы;
- уровень экспериментальных исследований по теме диссертации;
- полнота и системность вносимых предложений по рассматриваемой проблеме;
- самостоятельность разработки проблемы;
- уровень инженерной (технической, технологической, организационно-технической) проработки вопросов, освещаемых в диссертации;
- уровень проработки экономических вопросов;
- уровень обеспечения требований безопасности жизнедеятельности и экологической безопасности в диссертации;
- возможность практической реализации.

2. Ответы на вопросы членов ГЭК и замечания рецензента:

- уровень знаний программного материала;
- компетентность в конкретных областях инженерных и научных знаний по теме диссертации.

Члены ГЭК оценивают качество выполненной работы в процессе защиты выпускной квалификационной работы, просматривая пояснительную записку и иллюстративные материалы, слушая доклад и ответы на вопросы бакалавра. Каждый член комиссии проставляет свою оценку в отдельную индивидуальную ведомость оценки выпускной квалификационной работы.

Для оценки защиты применяется система оценивания приведенная выше.