

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Зайко Татьяна Ивановна
Должность: Ректор
Дата подписания: 27.08.2024 14:02:35
Уникальный программный код:
cf6863c76438e5984b0fd5e14e71540bfa10e205

Шифр ОПОП: 2014.13.06.01.03

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА»

Год начала подготовки (по учебному плану): 2020
(год набора)

Шифр дисциплины: Б1.В.04
(шифр дисциплины из учебного плана)

Рабочая программа дисциплины (модуля)

**Электрические станции и электроэнергетические
системы**

(полное наименование дисциплины (модуля), в строгом соответствии с учебным планом)

Новосибирск

Составитель:

профессор

(должность)

кафедры Электроэнергетических систем и электротехники

(наименование кафедры)

В.Г.Сальников

(И.О.Фамилия)

Одобрена:

Ученым советом

Электромеханического факультета

(наименование факультета, реализующего образовательную программу)

Протокол № _____ от « _____ » 20 _____ г.

число

месяц

год

Председатель совета

Е.А.Григорьев

(И.О.Фамилия)

На заседании кафедры _____ Электроэнергетических систем и электротехники

(наименование кафедры)

Протокол № _____ от « _____ » 20 _____ г.

число

месяц

год

Заведующий кафедрой

В.Ю. Гросс

(И.О.Фамилия)

Согласована:

Руководитель _____ рабочей группы по разработке ОПОП по направлению 13.06.01.03

(наименование коллектива разработчиков по направлению подготовки / специальности)

«Электро- и теплотехника» (Электростанции и электроэнергетические системы)

Д.Т.Н.

(ученая степень)

, профессор

(ученое звание)

В.Г.Сальников

(И.О.Фамилия)

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1. Цели дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование знаний, умений и навыков по развитию и совершенствованию теоретической и технической базы электроэнергетики, использование современного математического аппарата при решении задач прикладных и научных исследований в области электроэнергетики с целью обеспечения экономичного и надежного производства электроэнергии и ее транспортировки.

1.2. Перечень формируемых компетенций

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающегося должны сформироваться следующие компетенции, выраженные через результат обучения по дисциплине (модулю), как часть результата освоения образовательной программы:

1.2.1. Универсальные компетенции (УК):

Компетенция		Этапы формирования компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Шифр	Содержание		
УК-1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	I- IV	Знать: современные технологии и электрооборудование электрических станций и электроэнергетических систем Уметь: выделять и систематизировать основные идеи научных достижений в области электрических станций и электроэнергетических систем Владеть: методикой анализа режимов работы электроэнергетического оборудования Иметь опыт: аргументированной оценки современных научных достижений в области электрических станций и сетей
УК-2	Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения	I,II,IV	Знать: Проблемы и задачи современной электроэнергетики, концепции развития современных электротехнических наук Уметь: Соотносить собственные результаты

Компетенция		Этапы формирования компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Шифр	Содержание		
	с использованием знаний в области истории и философии науки		с достижениями других; Иметь опыт: На основе анализа полученных результатов исследования вносить предложения в развитие новых научных идей
УК-6	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.	I-III	Знать: Направления использования математических моделей и методов матричного расчета электрических цепей для получения достоверных результатов и более высоких уровней профессионального развития Уметь: формулировать цели и задачи профессионального развития, используя знания физико-математических задач энергетики Владеть: методами матричного анализа электрических цепей с целью решения профессиональных задач

1.2.2. Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

Компетенция		Этапы формирования компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Шифр	Содержание		
ОПК-1	Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	I-IV	Знать: -физические и математические основы электроэнергетики. -соотношения для количественной оценки электромагнитного поля Уметь: -анализировать и оценивать результаты исследований по значениям режимных параметров. -пользоваться методами построения картины электрического поля Владеть: -навыками построения и использования в инженерной практике математических моделей исследуемых объектов.

Компетенция		Этапы формирования компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Шифр	Содержание		
			-методологией исследований электромагнитного поля Иметь опыт: -определения граничных условий на поверхности раздела двух сред -«очистки» исходных данных
ОПК-2	Владение культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий	I - IV	Знать: -основные вероятностные методы решения задач в электроэнергетике -граничные условия для векторов магнитных и электрических полей Уметь: -использовать математические методы и приемы для решения электротехнических задач для получения достоверных результатов и более быстрого достижения цели -моделировать электрическое поле Владеть: -методами практического использования современных информационных технологий и основами численных методов решения инженерных задач -методами расчета индуктивности трехпроводной линии Иметь опыт: -построения и использования в инженерной практике математических моделей исследуемых объектов электроснабжения -исследования электрического поля линейных проводов
ОПК-3	Способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности	I - IV	Знать: -задачи, возникающие при проектировании и эксплуатации электро-энергетических систем -общие методы и приемы расчета электрического поля -современные методы исследования в области профессиональной деятельности Уметь: -провести проверку статистических гипотез -определять параметры стационар-

Компетенция		Этапы формирования компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Шифр	Содержание		
			ного электрического поля -анализировать особенности режимов в электроэнергетической системе Владеть: -навыками исследования факторов, определяющих эффективность работы электрооборудования электрических станций и электрических сетей -математическими основами оптимизации параметров и режимов энергетических систем Иметь опыт: -поиска решения проблемных задач в области электрических станций и электроэнергетических систем; -аналитического представления конфигурации электрических сетей и их решения в матричной форме; -определения емкости между реальными конструкциями

1.2.3. Профессиональные компетенции (ПК):

Компетенция		Этапы формирования компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Шифр	Содержание		
ПК-1	Готовность к выполнению исследований по развитию и совершенствованию теоретической и технической базы электроэнергетики с целью обеспечения экономического и надежного производства электроэнергии, ее транспортировки и снабжения потребителей электроэнергией в необходимом для потребителей количестве	I- IV	Знать: особенности структуры главных схем и схем собственных нужд электростанций различного типа Уметь: осуществлять выбор приоритетных технологических инноваций Владеть: методами исследования качества электроэнергии на объектах электроэнергетических систем Иметь опыт: исследования процессов при производстве или транспортировки электроэнергии с целью

Компетенция		Этапы формирования компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Шифр	Содержание		
	и требуемого качества		обеспечения экономичного и надежного производства, транспортировки и снабжения потребителей электроэнергией
ПК-2	Способность анализировать электромагнитную обстановку на энергетических объектах, выявлять причины нарушения электромагнитной совместимости (ЭМС) и обосновывать меры по ее обеспечению	I - III	Знать: -физические процессы возникновения электромагнитных помех -каналы передачи электромагнитных помех Уметь: -пользоваться математическим аппаратом описания электромагнитной обстановки -определить влияние электромагнитного поля ЛЭП переменного тока Владеть: навыками расчета наведенного напряжения, обусловленного влиянием электрического поля
ПК-3	Готовность осуществлять анализ, моделирование, расчеты и оптимизацию режимов работы электрооборудования электроэнергетических систем	I- IV	Знать: методы оптимизации развития и функционирования энергосистем Уметь: осуществлять системный подход к вопросу оптимального развития энергосистем Владеть: методами моделирования режимов работы электрооборудования Иметь опыт: анализа ключевых вызовов и проблем, препятствующих достижению целей исследования

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина (модуль) реализуется в рамках вариативной части
(базовой, вариативной или факультативной)
 основной профессиональной образовательной программы.

3 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах (з.е.) с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Для _____ очной _____ формы обучения:
(очной, заочной)

Формы кон- троля				Всего часов				Всего з.е.		Курс 3							Курс 4							
				По з.е.	По плану	в том числе				Семестр 6							Семестр 7							
Экзамены	Зачеты	Зачеты с оценкой	Рефераты			Контактная работа	СР	Контроль	Экспертное	Факт	Лек	Лаб	Пр	КСР	СР	Контроль	з.е.	Лек	Лаб	Пр	КСР	СР	Контроль	з.е.
7	6			216	216	144	36	36	6	6	36		36		36		3	36		36			36	3
в том числе тренажерная подготовка:																								

4 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы и темы дисциплины (модуля) и трудоёмкость по видам учебных занятий (в академических часах):

№	Наименование темы (раздела) дисциплины (модуля)	Лекции		ПЗ		ЛР		СР	
		О	З	О	З	О	З	О	З
1	Раздел 1. Физико-математические задачи электроэнергетики	28		24				12	
2	Раздел 2. Специальные разделы теоретических основ электротехники	24		24				12	
3	Раздел 3. Электрические станции и электроэнергетические системы	24		24				12	
	ВСЕГО	72		72				36	

Примечания: О – очная форма обучения, З – заочная форма обучения.

4.2. Содержание разделов и тем дисциплины

Раздел 1. Физико-математические задачи электроэнергетики [1-7]

Введение в теорию электромагнитного поля. Предмет, задачи и предпосылки формирования макроскопической теории электромагнитного поля.

Электрическое (электростатическое) поле. Закон сохранения заряда. Поток электрического смещения. III уравнение Максвелла в интегральной и дифференциальных формах и физическая его интерпретация.

Магнитное поле. Причины его существования. Взаимодействие проводников с током. Обобщенный закон полного тока. I уравнение Максвелла в интегральной и дифференциальной формах и физическая его интерпретация.

Магнитный поток. IV уравнение Максвелла в интегральной и дифференциальной формах и физическая его интерпретация.

Электродинамика. Электромагнитная индукция. Энергия магнитного поля. II уравнение Максвелла в интегральной и дифференциальной формах и физическая его интерпретация.

Явление переноса энергии электромагнитной волной. Вектор Умова-Пойнтинга. Релятивистское представление уравнений Максвелла.

Жизневажная потребность в контроле параметров электромагнитного поля и вектора Умова – Пойнтинга в электроэнергетической системе.

Определение комплексного числа. Представление комплексного числа в различных формах записи.

Действия над комплексными величинами, представляющими параметры синусоидального тока. Умножения вектора на j и на $-j$. Комплексный (символический) метод расчета цепей синусоидального тока.

Активная, реактивная и полезная мощности в комплексной форме. Вектор Умова – Пойнтинга в комплексной форме. Физическая сущность реактивной мощности в электроэнергетической системе.

Матрицы. Свойства матриц. Специальные матрицы. Детерминант (определитель) и обратная матрица.

Применение матричной алгебры к исследованию и решению систем уравнений электрической сети (схемы). Матричная запись и решение системы n уравнений с n неизвестными. Решение линейных уравнений на основе применения обратных матриц.

Общая характеристика применения матриц в электроэнергетике. Матрица эквивалентная двум каскадно соединённых четырехполюсников.

Основы матрично-топологического направления теории электрических цепей. Характеристика двух направлений теории графов. Топологические матрицы.

Направленные (сигнальные) графы. Определение. Переход от изучаемой системы к направленному графу. Правила упрощения направленных графов. Формула Мэсона для определения передачи графа.

Ненаправленные графы. Основная формула для ненаправленных графов. Способы упорядоченного подсчета определителя графа.

Система энергетики как объект математического исследования. Моделирование режимов электрической сети. Схемы замещения.

Критерии устойчивости электроэнергетических систем. Алгебраические и частотные критерии устойчивости.

Оптимизация распределения нагрузок между агрегатами электростанции. Пример оптимизации распределения нагрузок между тремя агрегатами гидроэлектростанции.

Транспортная задача. Особенности задачи. Решение транспортной задачи методом потенциалов.

Вектор состояния и базис установившегося режима. Задача определения наблюдаемости сети. Формирование уравнений установившегося режима электрической сети.

Методы расчета систем линейных алгебраических уравнений установившегося режима. Прямые методы расчета. Итерационные методы расчета.

Постановка задачи расчета потерь мощности. Потери мощности от нарушений показателей качества электроэнергии. Кондуктивные низкочастотные электромагнитные помехи как основной фактор потерь электроэнергии.

Случайные события в электроэнергетике. Понятия и определения. Законы распределения случайных величин.

Элементы алгебры логики. Операции дизъюнкции, конъюнкции и отрицания.

Основные вероятностные методы решения задач в электроэнергетике. Формула Байеса и формула Бернулли.

Надежность как комплексное свойство. Классификация надежности и позиции функционирования технической системы. Анализ надежности работы систем электроэнергетики.

Структурная схема для расчета показателей надежности систем электроэнергетики. Эквивалентирование структурной схемы по расчету надежности. Расчет показателей надежности при различных соединениях элементов.

Раздел 2. Специальные разделы теоретических основ электротехники[1-7]

Электромагнитное поле и его уравнения в интегральной форме. Основные уравнения электромагнитного поля. Теорема Гаусса и постулат Максвелла в дифференциальной форме. Принцип непрерывности магнитного потока и электрического тока. Теорема Остроградского. Теорема Стокса. Электростатическое поле. Плоскопараллельное поле. Поле двух плоскостей. Поле двухпроводной линии передачи. Графический метод построения картины поля. Метод зеркальных изображений.

Уравнения электромагнитного поля постоянных токов. Граничные условия на поверхности двух проводящих сред. Ток утечки в кабеле и сопротивление изоляции. Вихревой характер магнитного поля токов. Задача расчета магнитного поля. Плоскопараллельное поле. Поле линейных проводов. Граничные условия на поверхности раздела двух сред с разными магнитными проницаемостями. Метод зеркальных изображений. Пространственная задача. Поле кругового контура с током. Тело во внешнем магнитном поле. Магнитное экранирование.

Поток электромагнитной энергии. Передача электромагнитной энергии вдоль линии. Передача электромагнитной энергии по внутренней плоскости металлических труб. Плоская электромагнитная волна в проводящей среде. Явление поверхностного эффекта. Сопротивление провода при резком проявлении поверхностного эффекта. Неравномерное распределение переменного магнитного потока в плоском листе, в цилиндрическом проводе круглого сечения. Эффект близости. Электромагнитное экранирование. Экспериментальное исследование и моделирование электрических и магнитных полей.

Раздел 3. Электрические станции и электроэнергетические системы[1-7]

Особенности технологического процесса функционирования электрических станций различного типа. Вопросы экологии при эксплуатации электростанций.

Графики нагрузки электрических станций и их регулирование. Влияние роста единичной мощности генераторов, силовых трансформаторов, электродвигателей и электростанций в целом на построение схем электрических соединений электростанций и требования к электрическим аппаратам и проводникам.

Особенности структуры главных схем и схем собственных нужд электростанций различного типа. Термическое и динамическое воздействие токов короткого замыкания. Методы и средства ограничения токов короткого замыкания. Координация уровней токов короткого замыкания. Эксплуатационные характеристики аппаратов, методика их выбора. Эксплуатационные характеристики и конструктивные особенности токоведущих элементов и контактных соединений, методика их выбора.

Заземляющие устройства электроустановок.

Системы управления, контроля и сигнализации на электростанциях и подстанциях. Установки оперативного тока. Принципы выполнения и основные характеристики автоматизированных систем управления (АСУ). Принципы создания автоматизированных диагностических систем.

Режимы работы синхронных генераторов, синхронных компенсаторов, синхронных двигателей и их систем возбуждения. Методика анализа режимов работы синхронных машин.

Режимы работы асинхронных и синхронных электродвигателей собственных нужд электростанций в нормальных и аномальных условиях. Режимы работы силовых трансформаторов и автотрансформаторов на электростанциях и подстанциях.

Основные сведения об истории развития энергетики. Особенности развития энергетики в условиях рыночной экономики. Энергетика как большая система.

Модели оптимального развития энергосистем. Системный подход. Общий критерий оптимального развития. Виды представления информации. Иерархическое построение энергосистем. Основные типы задач развития энергосистем. Методы прогнозирования их развития.

Особенности оптимизации структуры энергосистемы при ее проектировании и развитии (структура и размещение электростанций, структура электрических сетей).

Методы оптимизации развития и функционирования энергосистем: линейное и нелинейное математическое программирование, транспортный и симплексный алгоритмы, динамическое программирование, метод границ и ветвей, градиентный метод, метод штрафных функций, критериальный анализ технико-экономических задач энергетики.

Электрические станции, электрические сети, потребители электроэнергии как элементы энергосистем. Методы определения расчетных электрических нагрузок промышленных предприятий, городов и сельского хозяйства.

Сведения об условиях работы и конструктивном исполнении линий электрических сетей. Основные сведения о проектировании конструктивной части воздушных линий.

Режимы заземления нейтралей в сетях различного напряжения.

Характеристики и параметры элементов электрической сети.

Элементы теории передачи энергии по линиям электрической сети. Расчеты установившихся режимов электрических сетей, требования к режимам. Регулирование режимов электрических сетей.

Основы технико-экономических расчетов электрических сетей. Качество электрической энергии. Регулирование напряжения в электроэнергетических системах, районных электрических сетях и системах электроснабжения.

Проектирования электрических сетей, выбор их основных параметров при проектировании.

Особенности расчетов электрических режимов протяженных электропередач переменного и постоянного тока. Электрические параметры протяженных линий электропередачи. Расчет режимов дальней электропередачи. Пути, методы и средства увеличения пропускной способности и экономичности работы дальних электропередач. Особые режимы электропередачи переменного и постоянного тока.

4.3. Содержание лабораторных работ

Не предусмотрены планом.

4.4. Содержание практических занятий [8]

№ раздела (темы) дисциплины	Наименование практических занятий, семинаров
Раздел 1. Физико-математические задачи электроэнергетики	Обоснование мест контроля векторов E, H и B электромагнитного поля и вектора Умова – Пойнтинга в электроэнергетической системе Решение задач по расчету составляющих полной мощности в комплексной форме в сложных электрических цепях Упражнения по составлению эквивалентного четырехполюсника сложной электрической схемы Упражнения по составлению графа и топологических матриц заданных электрических схем Решение задач по анализу напряжения в электрической сети с изменяющейся в течение суток нагрузкой Решение задач по влиянию кондуктивных низкочастотных электромагнитных помех на потери мощности в электрических сетях Решение задач по определению параметров случайных событий
Раздел 2. Специальные разделы теоретических основ электротехники	Поля простой структуры Стационарное электрическое поле Влияние электрического поля воздушной линии переменного тока Влияние магнитного поля воздушной линии переменного тока

№ раздела (темы) дисциплины	Наименование практических занятий, семинаров
Раздел 3. Электрические станции и электроэнергетические системы	Графики нагрузки электрических станций и их регулирование Эксплуатационные характеристики аппаратов, методика их выбора. Эксплуатационные характеристики и конструктивные особенности токоведущих элементов и контактных соединений, методика их выбора Термическое и динамическое воздействие токов короткого замыкания. Координация уровней токов короткого замыкания. Расчеты установившихся режимов электрических сетей, требования к режимам. Регулирование режимов электрических сетей. Методы оптимизации развития и функционирования энергосистем: линейное и нелинейное математическое программирование

4.5. Курсовая работа

Не предусмотрена.

4.6. Самостоятельная работа. Контроль самостоятельной работы [1-18]

В самостоятельную работу аспиранта входит подготовка к практическим занятиям путем изучения соответствующего теоретического материала и оформления отчетов по результатам практических работ, подготовка к сдаче экзамена по дисциплине и подготовка к сдаче кандидатского экзамена по направлению подготовки, который сдается по окончании освоения модуля «Электрические станции и электроэнергетические системы».

Контроль самостоятельной работы осуществляется в ходе выполнения практических работ и их защите, при проведении индивидуальных и групповых консультаций.

5 Фонд оценочных материалов для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в части дисциплины (модуля)

Контролируемая компетенция	Этапы формирования компетенции	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование оценочного средства
УК-1	I-Формирование знаний	Раздел 3. Электрические станции и электроэнергетические системы	Экзамен

Контролируемая компетенция	Этапы формирования компетенции	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование оценочного средства
	II- Формирование способностей	Раздел 3. Электрические станции и электроэнергетические системы	Комплект практических работ
	III- Интеграция способностей	Раздел 3. Электрические станции и электроэнергетические системы	
	IV – Владение компетенцией	Раздел 3. Электрические станции и электроэнергетические системы	
УК-2	I-Формирование знаний	Раздел 1. Физико-математические задачи электроэнергетики	Зачет, тест промежуточного контроля
	II- Формирование способностей	Раздел 1. Физико-математические задачи электроэнергетики	Комплект практических работ
	IV – Владение компетенцией	Раздел 1. Физико-математические задачи электроэнергетики	
УК-6	I-Формирование знаний	Раздел 1. Физико-математические задачи электроэнергетики	Зачет, тест промежуточного контроля
	II- Формирование способностей	Раздел 1. Физико-математические задачи электроэнергетики	Комплект практических работ
	III- Интеграция способностей	Раздел 1. Физико-математические задачи электроэнергетики	Комплект практических работ
ОПК-1	I-Формирование знаний	Раздел 1. Физико-математические задачи электроэнергетики Раздел 2. Специальные разделы теоретических основ электротехники	Зачет, тест промежуточного контроля
	II- Формирование способностей		Комплект практических работ
	III- Интеграция способностей		
	IV – Владение компетенцией		
ОПК-2	I-Формирование знаний	Раздел 1. Физико-математические задачи электроэнергетики Раздел 2. Специальные разделы теоретических основ электротехники	Зачет, тест промежуточного контроля
	II- Формирование способностей		Комплект практических работ
	III- Интеграция способностей		
	IV – Владение компетенцией		

Контролируемая компетенция	Этапы формирования компетенции	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование оценочного средства
ОПК-3	I-Формирование знаний	Раздел 1. Физико-математические задачи электроэнергетики Раздел 2. Специальные разделы теоретических основ электротехники Раздел 3. Электрические станции и электроэнергетические системы	Экзамен
	II- Формирование способностей	Раздел 1. Физико-математические задачи электроэнергетики Раздел 2. Специальные разделы теоретических основ электротехники Раздел 3. Электрические станции и электроэнергетические системы	Комплект практических работ
	III- Интеграция способностей	Раздел 1. Физико-математические задачи электроэнергетики Раздел 3. Электрические станции и электроэнергетические системы	
	IV – Владение компетенцией	Раздел 1. Физико-математические задачи электроэнергетики Раздел 2. Специальные разделы теоретических основ электротехники Раздел 3. Электрические станции и электроэнергетические системы	
ПК-1	I-Формирование знаний	Раздел 3. Электрические станции и электроэнергетические системы	Экзамен
	II- Формирование способностей		Комплект практических работ
	III- Интеграция способностей		
	IV – Владение компетенцией		
ПК-2	I-Формирование знаний	Раздел 1. Физико-математические задачи электроэнергетики Раздел 2. Специальные разделы теоретических основ электротехники	Экзамен
	II- Формирование способностей	Раздел 2. Специальные разделы теоретических основ электротехники Раздел 3. Электрические станции и электроэнергетические системы	Комплект практических работ
	III- Интеграция способностей	Раздел 2. Специальные разделы теоретических основ электротехники	
ПК-3	I-Формирование знаний	Раздел 3. Электрические станции и электроэнергетические системы	Экзамен
	II- Формирование способностей		Комплект практических работ

Контролируемая компетенция	Этапы формирования компетенции	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование оценочного средства
	стей		
	III- Интеграция способностей		
	IV – Владение компетенцией		

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Шифр компетенции	Этапы формирования компетенции	Наименование оценочного средства	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
УК-1	I- Формирование знаний	Экзамен	Итоговый балл	Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен» . Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен» .	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).
	II- Формирование способностей	Комплект практических заданий	Итоговый балл	Итоговая оценка «зачтено» для всех практических заданий данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций «освоено» .	Дихотомическая шкала «зачтено – не зачтено»
	III- Интеграция способностей				Дихотомическая шкала «освоена – не освоена»
	IV – Владение компетенцией				

Шифр компетенции	Этапы формирования компетенции	Наименование оценочного средства	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
	тенцией			Все остальные случаи соответствуют критерию оценивания этапа формирования компетенций «не освоено» .	
УК-2	I- Формирование знаний	Зачет	Итоговый балл	Итоговая оценка «зачтено» для всех практических заданий и лабораторных работ данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций «освоено» . Все остальные случаи соответствуют критерию оценивания этапа формирования компетенций «не освоено» .	Дихотомическая шкала «зачтено – не зачтено» Дихотомическая шкала «освоена – не освоена»
		Тест промежуточного контроля	Итоговый балл	Итоговый балл от 50 до 100 соответствует критерию оценивания этапов формирования компетенций «освоено» . Итоговый балл от 0 до 49 соответствует критерию оценивания этапов формирования компетенций «не освоено» .	Шкала интервалов с рангами от 0 до 100 Дихотомическая шкала «освоено – не освоено»
	II- Формирование способностей	Комплект практических заданий	Итоговый балл	Итоговая оценка «зачтено» для всех практических заданий данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций «освоено» . Все остальные случаи соответствуют	Дихотомическая шкала «зачтено – не зачтено»
	IV – Владение компетенцией			Итоговая оценка «зачтено» для всех практических заданий данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций «освоено» . Все остальные случаи соответствуют	Дихотомическая шкала «освоена – не освоена»

Шифр компетенции	Этапы формирования компетенции	Наименование оценочного средства	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
				критерию оценивания этапа формирования компетенций «не освоено» .	
УК-6	I- Формирование знаний	Зачет	Итоговый балл	Итоговая оценка «зачтено» для всех практических заданий и лабораторных работ данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций «освоено» . Все остальные случаи соответствуют критерию оценивания этапа формирования компетенций «не освоено» .	Дихотомическая шкала «зачтено – не зачтено» Дихотомическая шкала «освоена – не освоена»
		Тест промежуточного контроля	Итоговый балл	Итоговый балл от 50 до 100 соответствует критерию оценивания этапов формирования компетенций «освоено» . Итоговый балл от 0 до 49 соответствует критерию оценивания этапов формирования компетенций «не освоено» .	Шкала интервалов с рангами от 0 до 100 Дихотомическая шкала «освоено – не освоено»
	II- Формирование способностей	Комплект практических заданий	Итоговый балл	Итоговая оценка «зачтено» для всех практических заданий данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций «освоено» . Все остальные случаи соответствуют критерию оценивания	Дихотомическая шкала «зачтено – не зачтено» Дихотомическая шкала «освоена – не освоена»
	III- Интеграция способностей				

Шифр компетенции	Этапы формирования компетенции	Наименование оценочного средства	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
				ния этапа формирования компетенций «не освоено» .	
ОПК-1	I-Формирование знаний	Зачет	Итоговый балл	Итоговая оценка «зачтено» для всех практических заданий и лабораторных работ данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций «освоено» . Все остальные случаи соответствуют критерию оценивания этапа формирования компетенций «не освоено» .	Дихотомическая шкала «зачтено – не зачтено» Дихотомическая шкала «освоена – не освоена»
		Тест промежуточного контроля	Итоговый балл	Итоговый балл от 50 до 100 соответствует критерию оценивания этапов формирования компетенций «освоено» . Итоговый балл от 0 до 49 соответствует критерию оценивания этапов формирования компетенций «не освоено» .	Шкала интервалов с рангами от 0 до 100 Дихотомическая шкала «освоено – не освоено»
	II-Формирование способностей	Комплект практических заданий	Итоговый балл	Итоговая оценка «зачтено» для всех практических заданий данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций «освоено» . Все остальные случаи соответствуют критерию оценивания этапа формирования компетенций	Дихотомическая шкала «зачтено – не зачтено» Дихотомическая шкала «освоена – не освоена»
	III-Интеграция способностей				
	IV – Владение компетенцией				

Шифр компетенции	Этапы формирования компетенции	Наименование оценочного средства	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
				«не освоено».	
ОПК-2	I- Формирование знаний	Зачет	Итоговый балл	Итоговая оценка «зачтено» для всех практических заданий и лабораторных работ данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций « освоено ». Все остальные случаи соответствуют критерию оценивания этапа формирования компетенций « не освоено ».	Дихотомическая шкала «зачтено – не зачтено» Дихотомическая шкала «освоена – не освоена»
		Тест промежуточного контроля	Итоговый балл	Итоговый балл от 50 до 100 соответствует критерию оценивания этапов формирования компетенций « освоено ». Итоговый балл от 0 до 49 соответствует критерию оценивания этапов формирования компетенций « не освоено ».	Шкала интервалов с рангами от 0 до 100 Дихотомическая шкала «освоено – не освоено»
	II- Формирование способностей	Комплект практических заданий	Итоговый балл	Итоговая оценка «зачтено» для всех практических заданий данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций « освоено ». Все остальные случаи соответствуют критерию оценивания этапа формирования компетенций « не освоено ».	Дихотомическая шкала «зачтено – не зачтено» Дихотомическая шкала «освоена – не освоена»
	III- Интеграция способностей				
	IV – Владение компетенцией				

Шифр компетенции	Этапы формирования компетенции	Наименование оценочного средства	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ОПК-3	I- Формирование знаний	Экзамен	Итоговый балл	Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен» . Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен» .	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).
	II- Формирование способностей	Комплект практических заданий	Итоговый балл	Итоговая оценка «зачтено» для всех практических заданий данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций «освоено» . Все остальные случаи соответствуют критерию оценивания этапа формирования компетенций «не освоено» .	Дихотомическая шкала «зачтено – не зачтено» Дихотомическая шкала «освоена – не освоена»
	III- Интеграция способностей				
	IV – Владение компетенцией				
ПК-1	I- Формирование знаний	Экзамен	Итоговый балл	Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо),

Шифр компетенции	Этапы формирования компетенции	Наименование оценочного средства	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
				«освоен». Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен».	5 (отлично).
	II- Формирование способностей	Комплект практических заданий	Итоговый балл	Итоговая оценка «зачтено» для всех практических заданий данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций «освоено». Все остальные случаи соответствуют критерию оценивания этапа формирования компетенций «не освоено».	Дихотомическая шкала «зачтено – не зачтено» Дихотомическая шкала «освоена – не освоена»
	III- Интеграция способностей				
	IV – Владение компетенцией				
ПК-2	I- Формирование знаний	Экзамен	Итоговый балл	Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен». Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).

Шифр компетенции	Этапы формирования компетенции	Наименование оценочного средства	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
				освоен».	
	II- Формирование способностей	Комплект практических заданий	Итоговый балл	Итоговая оценка «зачтено» для всех практических заданий данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций «освоено». Все остальные случаи соответствуют критерию оценивания этапа формирования компетенций «не освоено».	Дихотомическая шкала «зачтено – не зачтено» Дихотомическая шкала «освоена – не освоена»
	III- Интеграция способностей				
ПК-3	I- Формирование знаний	Экзамен	Итоговый балл	Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен». Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоено».	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).
	II- Формирование способностей	Комплект практических	Итоговый балл	Итоговая оценка «зачтено» для всех практических зада-	Дихотомическая шкала «зачтено –

Шифр компетенции	Этапы формирования компетенции	Наименование оценочного средства	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
	III- Интеграция способностей	их заданий		ний данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций «освоено» . Все остальные случаи соответствуют критерию оценивания этапа формирования компетенций «не освоено» .	не зачтено» Дихотомическая шкала «освоена – не освоена»
	IV – Владение компетенцией				

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

5.3.1 Компетенция УК-1 «Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях»

Этап I – Формирование знаний

Перечень типовых вопросов к экзамену по дисциплине:

- 1 Особенности технологического процесса функционирования электрических станций различного типа.
- 2 Вопросы экологии при эксплуатации электростанций
- 3 Влияние роста единичной мощности генераторов, силовых трансформаторов, электродвигателей и электростанций в целом на построение схем электрических соединений электростанций
- 4 Требования к электрическим аппаратам и проводникам.
- 5 Особенности развития энергетики в условиях рыночной экономики. Энергетика как большая система.
- 6 Модели оптимального развития энергосистем. Системный подход.
- 7 Общий критерий оптимального развития.

Этап II - Формирование способностей

Практическое занятие: «Графики нагрузки электрических станций и их регулирование».

Типовые задания к практическим занятиям

1. Выбрать число и мощность трансформаторов при известном графике нагрузки
2. Влияние ГАЭС на график нагрузки энергосистемы
3. Методы определения расчетных электрических нагрузок промышленных предприятий, городов и сельского хозяйства.

Этап III- Интеграция способностей

Типовые вопросы к защите практических работ:

1. Анализ графиков нагрузки электростанций разных типов
2. Особенности структуры главных схем и схем собственных нужд электростанций различного типа.
3. Анализ технико-экономических задач энергетики

Этап IV – Владение компетенцией

Применяется контроль постановки задачи исследования на основе сформулированной проблемы. Составить план ее решения, отобрать нужные знания, обобщить их, сделать выводы.

5.3.2 Компетенция УК-2 «Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки»

Этап I – Формирование знаний

Перечень типовых вопросов к тесту промежуточного контроля:

1. III уравнение Максвелла в интегральной и дифференциальных формах и физическая его интерпретация.
2. I уравнение Максвелла в интегральной и дифференциальной формах и физическая его интерпретация.
3. IV уравнение Максвелла в интегральной и дифференциальной формах и физическая его интерпретация.
4. II уравнение Максвелла в интегральной и дифференциальной формах и физическая его интерпретация.
5. Вектор Умова – Пойнтинга.
6. Релятивистское представление уравнений Максвелла.
7. Контроль параметров электромагнитного поля и вектора Умова – Пойнтинга в электроэнергетической системе.

Этап II - Формирование способностей

Практическое занятие: «Обоснование мест контроля векторов E , H и B электромагнитного поля и вектора Умова – Пойнтинга в электроэнергетической системе».

Типовые вопросы к практическим занятиям:

1. Магнитное поле. Причины его существования.

2. Взаимодействие проводников с током. Обобщенный закон полного тока.
3. Магнитный поток
4. Электромагнитная индукция. Энергия магнитного поля
5. Явление переноса энергии электромагнитной волной
6. Контроль параметров электромагнитного поля и вектора Умова – Пойнтинга в электроэнергетической системе.

Этап IV - Владение компетенцией

Применяется контроль постановки задачи и обсуждения путей её достижения с фиксацией вклада членов авторского коллектива в полученном результате, способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений.

5.3.3 Компетенция УК-6 «Способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития»

Этап I – Формирование знаний

Перечень типовых вопросов к тесту промежуточного контроля:

1. Действия над комплексными величинами, представляющими параметры синусоидального тока.
2. Комплексный (символический) метод расчета цепей синусоидального тока.
3. Активная, реактивная и полезная мощности в комплексной форме.
4. Вектор Умова – Пойнтинга в комплексной форме.
5. Физическая сущность реактивной мощности в электроэнергетической системе.

Этап II-Формирование способностей

Практическое занятие: «Решение задач по расчету составляющих полной мощности в комплексной форме в сложных электрических цепях»

Типовые задания к практическим занятиям:

Расчет электрических сетей с помощью обобщенного уравнения.

Расчет режима с помощью уравнений контурных мощностей.

Этап III- Интеграция способностей

Типовые вопросы к защите практических работ:

1. Почему в расчетах установившихся режимов используются уравнения узловых напряжений?
2. Как получить УУН баланса мощностей из уравнений баланса токов?
3. Что такое небаланс (невязка) УУН?

5.3.4 Компетенция ОПК-1 «Владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности»

Этап I – Формирование знаний

Перечень типовых вопросов к тесту промежуточного контроля:

1. Применение матричной алгебры к исследованию и решению систем уравнений электрической сети (схемы).
2. Матричная запись и решение системы n уравнений с n неизвестными.
3. Решение линейных уравнений на основе применения обратных матриц.
4. Общая характеристика применения матриц в электроэнергетике.
5. Матрица эквивалентная двум каскадно соединённых четырехполюсников.

Этап II-Формирование способностей

Практическое занятие: «Упражнения по составлению эквивалентного четырехполюсника сложной электрической схемы»

Типовые задания к практическим занятиям:

- Матричные методы расчета установившихся режимов электроэнергетических сетей

Практическое занятие: «Поля простой структуры».

Типовые задания к практическому занятию

1. Законы изменения векторов электростатического поля при переходе через границу раздела двух сред
2. Использование теоремы Гаусса для решения задач

Этап III- Интеграция способностей

Типовые вопросы к защите практических работ.

1. Применение матричной алгебры к исследованию и решению систем уравнений электрической сети.
2. Общая характеристика применения матриц в электроэнергетике.
3. Направленные (сигнальные) и ненаправленные графы.
4. Векторы электрического поля
5. Векторы магнитного поля
6. Основные уравнения электромагнитного поля
7. Граничные условия для векторов магнитного поля
8. Граничные условия для векторов электрического поля
9. Принцип наложения
10. Энергия электростатического поля

Этап IV - Владение компетенцией

Применяется контроль постановки задачи исследования на основе сформулированной проблемы. Составить план ее решения, отобрать нужные знания, обобщить их, сделать выводы.

5.3.5 Компетенция ОПК-2 «Владением культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий»

Этап I – Формирование знаний

Перечень типовых вопросов к тесту промежуточного контроля:

1. Система энергетики как объект математического исследования.
2. Моделирование режимов электрической сети. Схемы замещения.
3. Критерии устойчивости электроэнергетических систем.
4. Алгебраические и частотные критерии устойчивости.
5. Оптимизация распределения нагрузок между агрегатами электростанции. Пример оптимизации распределения нагрузок между тремя агрегатами гидроэлектростанции.
6. Транспортная задача. Особенности задачи.
7. Решение транспортной задачи методом потенциалов.
8. Граничные условия на поверхности двух проводящих сред.
9. Ток утечки в кабеле и сопротивление изоляции.
10. Вихревой характер магнитного поля токов.
11. Задача расчета магнитного поля.
12. Плоскопараллельное поле. Поле линейных проводов.
13. Граничные условия на поверхности раздела двух сред с разными магнитными проницаемостями.
14. Метод зеркальных изображений.
15. Поле кругового контура с током.
16. Тело во внешнем магнитном поле.
17. Магнитное экранирование.

Этап II-Формирование способностей

Практическое занятие: «Упражнения по составлению графа и топологических матриц заданных электрических схем»

Типовые задания к практическим занятиям:

1. Токи ветвей цепи удовлетворяют следующей полной системе независимых уравнений:

$$I_1 + I_5 - I_8 = 0; \quad I_2 + I_6 - I_5 = 0; \quad -I_3 + I_7 - I_6 = 0; \quad -I_4 + I_8 - I_7 = 0.$$

Восстановив граф цепи, составить матрицы главных контуров и сечений, приняв, что ветвям дерева присвоены первые номера.

Практическое занятие: «Стационарное электрическое поле»

Типовые задания к практическим занятиям:

1 При заданном расположении и размерах электродов, свойствах среды и интенсивности источников поля требуется найти характеристики поля (распределение напряженности или потенциалов поля)

2 По заданной характеристике поля (напряженность или потенциал) в области с заданной геометрией электродов и свойствами среды требуется найти величину источников, создающих поле.

Этап III- Интеграция способностей

Типовые вопросы к защите практических работ.

1. Сформулируйте основные топологические понятия для электрических цепей.
2. Что такое узловая матрица?
3. Что такое контурная матрица?
4. Что такое матрица сечений?
5. Аналогия между электростатическим полем и электрическим полем постоянного тока
6. Стационарное электрическое поле
7. Граничные условия у поверхности раздела двух сред

Этап IV - Владение компетенцией

Применяется контроль постановки задачи исследования на основе сформулированной проблемы. Составить план ее решения, отобрать нужные знания, обобщить их, сделать выводы.

5.3.6 Компетенция ОПК-3 «Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки»

Этап I – Формирование знаний

Перечень типовых вопросов к экзамену:

1. Детерминированная постановка задач расчета установившегося режима электроэнергетической системы
2. Вектор состояния и базис установившегося режима.
3. Задача определения наблюдаемости сети.
4. Методы расчета систем линейных алгебраических уравнений. Прямые методы расчета.
5. Методы расчета систем линейных алгебраических уравнений. Итерационные методы расчета.
6. Кондуктивные низкочастотные электромагнитные помехи как основной фактор потерь электроэнергии.

Этап II-Формирование способностей

Практическое занятие: «Влияние электрического поля воздушной линии переменного тока».

Типовые задания к практическим занятиям:

Расчет наведенного напряжения, обусловленного влиянием электрического поля ВЛ

Практическое занятие: «Решение задач по анализу напряжения в электрической сети с изменяющейся в течение суток нагрузкой»

Типовые задания к практическим занятиям

Анализ напряжения в электрической сети с изменяющейся в течение суток нагрузкой

Практическое занятие: «Эксплуатационные характеристики аппаратов, методика их выбора. Эксплуатационные характеристики и конструктивные особенности токоведущих элементов и контактных соединений, методика их выбора».

Типовые задачи к практическим занятиям

- 1 Выбор шин на электрических станциях и подстанциях
- 2 Условия выбора токоведущих элементов
- 3 Условия выбора электрических аппаратов
- 4 Условия выбора выключателей
- 5 Условия выбора электрооборудования на подстанции

Этап III- Интеграция способностей

Типовые вопросы к защите практических работ

1. Постановка задачи расчета потерь мощности.
2. Потери мощности от нарушений показателей качества электроэнергии
3. Методы расчета систем линейных алгебраических уравнений установившегося режима.
4. Формирование уравнений установившегося режима электрической сети.
5. Какой физический процесс приводит к появлению наведенного напряжения при влиянии электрического поля?
6. От чего зависит значение наведенного напряжения при электрическом влиянии ВЛ?
7. Почему заземление отключенного провода приводит к снижению наведенного напряжения?
8. Как повлияет несимметрия фазных напряжений на значение наведенного напряжения?
9. Как изменится наведенное напряжение при неполнофазном режиме работы влияющей цепи?
10. Проектирование главной электрической схемы. Проектирование электроустановок собственных нужд. Проектирование системы управления.
11. Конструкция распределительных устройств. Основные характеристики комплектных распределительных устройств (КРУ). Компонировка электрических станций и подстанций.
12. Методы оценки технико-экономических показателей и надежности схем электрических соединений электроустановок.

Этап IV – Владение компетенцией

Применяется контроль постановки задачи исследования на основе сформулированной проблемы. Составить план ее решения, отобрать нужные знания, обобщить их, сделать выводы.

5.3.7 Компетенция ПК-1 «Готовность к выполнению исследований по развитию и совершенствованию теоретической и технической базы электроэнергетики с целью обеспечения экономичного и надежного производства электроэнергии, ее транспортировки и снабжения потребителей электроэнергией в необходимом для потребителей количестве и требуемого качества»

Этап I – Формирование знаний

Перечень типовых вопросов к экзамену по дисциплине:

- 1 Термическое и динамическое воздействие токов короткого замыкания.
- 2 Методы и средства ограничения токов короткого замыкания.
- 3 Координация уровней токов короткого замыкания.
- 4 Режимы работы синхронных генераторов, синхронных компенсаторов, синхронных двигателей и их систем возбуждения.
- 5 Методика анализа режимов работы синхронных машин.
- 6 Режимы работы асинхронных и синхронных электродвигателей собственных нужд электростанций в нормальных и аномальных условиях.
- 7 Режимы работы силовых трансформаторов и автотрансформаторов на электростанциях и подстанциях.

Этап II-Формирование способностей

Практическое занятие: «Термическое и динамическое воздействие токов короткого замыкания. Координация уровней токов короткого замыкания»

Типовые задания к практическим занятиям

Определение токов короткого замыкания исследуемой схемы электро-снабжения.

Этап III- Интеграция способностей

Типовые вопросы к защите практических работ.

- 1 Термическое воздействие токов короткого замыкания.
- 2 Динамическое воздействие токов короткого замыкания.
- 3 Методы и средства ограничения токов короткого замыкания.
- 4 Координация уровней токов короткого замыкания.
- 5 Режим нейтрали в сетях до 1 кВ и выше 1 кВ.
- 6 Причины нормирования однофазных токов замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью.

Этап IV – Владение компетенцией

Применяется контроль постановки задачи исследования на основе сформулированной проблемы. Составить план ее решения, отобрать нужные знания, обобщить их, сделать выводы.

5.3.8 Компетенция ПК-2 «Способность анализировать электромагнитную обстановку на энергетических объектах, выявлять причины нарушения электромагнитной совместимости (ЭМС) и обосновывать меры по ее обеспечению»

Этап I – Формирование знаний

Перечень типовых вопросов к экзамену по дисциплине:

1. Надежность как комплексное свойство.
2. Классификация надежности и позиции функционирования технической системы.
3. Анализ надежности работы систем электроэнергетики.
4. Структурная схема для расчета показателей надежности систем электроэнергетики.
5. Эквивалентирование структурной схемы по расчету надежности.
6. Расчет показателей надежности при различных соединениях элементов.
7. Случайные события в электроэнергетике. Понятия и определения.
8. Законы распределения случайных величин.
9. Основные вероятностные методы решения задач в электроэнергетике.

Этап II-Формирование способностей

Практическое занятие: «Решение задач по влиянию кондуктивных низкочастотных электромагнитных помех на потери мощности в электрических сетях».

Типовые задания к практическим занятиям:

Определение потерь мощности в электрической сети от низкочастотных электромагнитных помех

Практическое занятие: «Влияние магнитного поля воздушной линии переменного тока».

Типовые задания к практическим занятиям:

Расчет наведенного напряжения, обусловленного влиянием электрического поля ВЛ.

Этап III- Интеграция способностей

Типовые вопросы к защите практических работ.

- 1 Почему заземление одного конца отключенного провода приводит к дукратному увеличению наведенного напряжения на другом конце провода?
- 2 Как изменится наведенное напряжение на проводе при коротком замыкании?
- 3 Влияние несинусоидальности токов во влияющей цепи на значение наведенного напряжения.

5.3.9 *Компетенция ПК-3* «Готовность осуществлять анализ, моделирование, расчеты и оптимизацию режимов работы электрооборудования электроэнергетических систем»

Этап I – Формирование знаний

Перечень типовых вопросов к экзамену по дисциплине:

1 Влияние режима заземления нейтрали на электромагнитную обстановку в сетях различного напряжения.

2 Характеристики и параметры элементов электрической сети при гармоническом воздействии.

3 Элементы теории передачи энергии по линиям электрической сети.

4 Расчеты установившихся режимов электрических сетей, требования к режимам.

5 Регулирование режимов электрических сетей.

6 Основы технико-экономических расчетов электрических сетей.

7 Особенности оптимизации структуры энергосистемы при ее проектировании и развитии (структура и размещение электростанций, структура электрических сетей).

8 Методы оптимизации развития и функционирования энергосистем.

Этап II-Формирование способностей

Практическое занятие: «Расчеты установившихся режимов электрических сетей, требования к режимам. Регулирование режимов электрических сетей»

Типовые задания к практическим занятиям:

1 Расчет электрического режима сети с двухсторонним питанием.

2 Моделирование и методы решения уравнений узловых напряжений

3 Методы расчета и анализа потерь электроэнергии при гармоническом воздействии

Практическое занятие:

«Методы оптимизации развития и функционирования энергосистем»

Типовые задания к практическим занятиям

1 Оптимизация размещения средств компенсации реактивной мощности

2 Выбор устройств для управления потоками мощности в замкнутых электрических сетях

Этап III- Интеграция способностей

Типовые вопросы к защите практических работ.

1 Регулирование напряжения в электроэнергетических системах, районных электрических сетях и системах электроснабжения.

2 Проектирования электрических сетей, выбор их основных параметров при проектировании.

3 Особенности расчетов электрических режимов протяженных электропередач переменного и постоянного тока.

4 Расчет режимов дальней электропередачи.

5 Пути, методы и средства увеличения пропускной способности и экономичности работы линий электропередачи.

6 Критерии оптимизации параметров систем передачи и распределения электроэнергии

7 Как определить узел сети, в котором компенсация реактивной мощности наиболее эффективна?

8 Определение естественного и экономичного потокораспределения в замкнутой сети.

9 Определение естественной точки размыкания замкнутой сети по критериям минимума потерь мощности и минимума потерь электроэнергии.

Этап IV – Владение компетенцией

Применяется контроль постановки задачи исследования на основе сформулированной проблемы. Составить план ее решения, отобрать нужные знания, обобщить их, сделать выводы.

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

5.4.1 Методика оценки теста промежуточного контроля

Тест промежуточного контроля состоит из 10 заданий, направленных на оценку знаний характеризующих освоение этапов (частей) указанных компетенций *этап I-Формирование знаний*

Каждое из заданий теста, в случае правильного выполнения, оценивается в 10 баллов. Процедура тестирования организована в письменной форме.

Тест промежуточного контроля содержит задания закрытого типа с множественным выбором, содержащие несколько вариантов ответов, из которых один правильный. В рамках процедуры тестирования обучающийся, для данного вида заданий, определяет и отмечает один вариант правильного с его точки зрения ответов. Задание считается выполненным в том случае, если отмечен один вариант ответов. В противном случае задание считается невыполненным. Если обучающийся не отметил ни одного варианта ответа на задание теста, то ответ на данное задание считается неправильным.

Время, выделяемое на выполнение теста, не может превышать 45 минут.

Тест считается успешно выполненным в случае если обучающийся наберет 50 или более баллов, что соответствует демонстрации сформированности этапа «Формирование знаний» указанных компетенций в части дисциплины (модуля).

В случаях, если ответы на задания допускают неясности и разночтения (пометки, исправления и т.п.), преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы, направленные на уточнение уровня знаний, умений и навыков аспиранта в рамках освоения компетенций по данной дисциплине.

5.4.2. Методика оценки практических заданий по дисциплине

Комплект практических заданий по дисциплине направлен на оценку умений и навыков, характеризующих освоение указанных компетенции *этап II - Формирование способностей, этап III - Интеграция способностей, этап IV – Владение компетенцией.*

При проведении практикума оценивается достижение обучающимся целей, поставленных в работе в соответствии с заданием. Оценка **«зачтено»** выставляется аспиранту, если он достиг всех целей, поставленных в работе, выполнил все задания по теме занятия, оформил их соответствующим образом, смог правильно ответить при необходимости на вопросы преподавателя по существу выполненной работы.

Оценка **«не зачтено»** выставляется обучающемуся, если он не выполнил или не предоставил все задания по теме занятия, не смог правильно ответить на вопросы преподавателя по существу выполненной работы.

5.4.3 Методика оценки экзамена по дисциплине

Экзамен по дисциплине содержит теоретическую часть, направленную на оценку знаний и практическую часть, направленную на оценку умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенции. Экзаменационный билет содержит два вопроса, охватывающих основные понятия, изучаемые в дисциплине и задачу. Экзамен проводится в письменном виде (задача) и устной форме - ответы на вопросы. После получения экзаменационного билета обучающемуся представляется 60 минут для решения задачи и подготовки к ответам на вопросы билета.

Оценка за экзамен выставляется с учетом результатов выполнения теоретической и практической частей в соответствии с приведенными ниже требованиями.

Критерии оценки экзамена по дисциплине

Итоговый балл за экзамен	Процент правильных заданий теоретической части экзамена	Требования к результатам практической части экзамена
5 (отлично)	Обучающийся дает правильные ответы на 2 вопроса, свободно владеет понятийным аппаратом	Решение задачи выполнено в полном объеме и без ошибок
4 (хорошо)	Правильный ответ на 1 вопрос и при ответе на 2-ой вопрос обучающийся допускает ошибки принципиального характера, демонстрирует не до конца сформированные компетенции или при ответе на оба вопроса обучающийся допускает непринципиальные неточности при изложении ответов	Решение задачи выполнено в полном объеме, но с ошибками не влияющими на алгоритм расчета

Итоговый балл за экзамен	Процент правильных заданий теоретической части экзамена	Требования к результатам практической части экзамена
3 (удовлетворительно)	При ответе на оба вопроса обучающийся допускает ошибки принципиального характера, демонстрирует не до конца сформированные компетенции	Решение задачи выполнено в неполном объеме
2 (неудовлетворительно)	все остальные случаи	все остальные случаи

В спорных случаях преподаватель вправе задавать уточняющие вопросы и давать дополнительные практические задания.

5.4.4. Методика оценки зачета по дисциплине

Зачет является методом демонстрации результатов обучения по дисциплине и является признаком сформированности всех предусмотренных этапов компетенций в процессе освоения образовательной программы в части дисциплины (модуля).

Зачет по дисциплине выставляется по итогам работы обучающегося в течение семестра, при условии выполнения требований рабочей программы дисциплины. При своевременном выполнении и защите, требуемых работ оценка «зачтено» выставляется без специального собеседования.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

а) основная учебная литература

1. Повышение качества функционирования линий электропередачи [Электронный ресурс] : [монография] / Г.А. Данилов [и др.] ; под ред. В. П. Горелова, В. Г. Сальникова ; М-во трансп. Рос. Федерации, Фед. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования, "Новосиб. гос. акад. водного трансп.". - Новосибирск : НГАВТ, 2013. - 557 с. : ил. - Библиогр.: с.500-517 (160 назв.). - Сетевой ресурс. Открывается с использованием Adobe reader версии 9.0 и новее.

2. Иванова, Е.В. Кондуктивные электромагнитные помехи в электроэнергетических системах : монография / Иванова Елена Васильевна ; Е. В. Иванова, под ред. В. П. Горелова, Н. Н. Лизалека ; М-во трансп. Рос. Федерации, ФГОУ ВПО "НГАВТ", М-во пром-сти и энергетики [и др.] . - Новосибирск : НГАВТ, 2006. - 432 с. : ил.

3. Аполлонский, С.М. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.М. Аполлонский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 592 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3188>.

4. Лизалек, Н.Н. Прогнозирование и идентификация неустойчивости в электроэнергетических системах [Электронный ресурс] / Лизалек Николай Николаевич, Тонышев Владимир Фёдорович ; Н. Н. Лизалек, В. Ф. Тонышев ; М-во трансп. РФ, ФБОУ ВПО "Новосиб. гос. акад. водного транспорта". - Новосибирск : НГАВТ, 2013. - 229 с. : ил. - Библиогр.: с. 213-221 (67 назв.). - На обл.: Научное издание. - Сетевой ресурс. Открывается с использованием Adobe reader версии 9.0 и новее.

5. Автоматизация расчётов режимов перетоков активной мощности в электроэнергетических системах [Текст] / С.В. Горелов [и др.] ; под ред. В.П. Горелова, В.Г. Сальникова. - Новосибирск : СГУВТ, 2016. - 123 с.

б) дополнительная литература

6. **Электромеханические волны и устойчивость энергосистем** [Электронный ресурс] / Лизалек Николай Николаевич [и др.] ; Н. Н. Лизалек, Д. Н. Бородин, В. В. Васильев [и др.] ; под ред. Горелова Валерия Павловича ; Сибир. гос. ун-т вод. трансп., Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск : СГУВТ, 2016. - 417 с. : ил. - Библиогр.: с. 362-375 (130 назв.). - К 65-летию (1951-2016 г.г.) СГУВТ. - Сетевой ресурс. Открывается с использованием Adobe reader версии 9.0 и новее.

7. Аполлонский, С.М. Теоретические основы электротехники. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.М. Аполлонский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 320 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93583>.

7 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

1. Иванова, Е.В. Кондуктивные электромагнитные помехи в электрических сетях 6-10 кВ / Иванова Елена Васильевна, Руппель Александр Александрович, В. П. Горелов ; Е.В.Иванова, А.А. Руппель, под ред. Горелова,В.П. ; М-во трансп. РФ, Новос. гос. акад. вод. трансп., Омский филиал. - Омск : НГАВТ, 2004. - 284 с.

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

2. Иванова, Е.В. Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся/ Е.В. Иванова, В.Г. Сальников. – СГУВТ, 2017. – Режим доступа: <http://www.ssuwt.ru/education/uchebnye-plany-rabochie-programmy-i-drugie-dokumenty/>. – Загл. с экрана. (раздел «Методические и иные документы»)

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет"), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

3. Высшая аттестационная комиссия при министерстве образования и науки РФ [Электронный ресурс]. – URL: <http://vak.ed.gov.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

4. Каталог научных конференций [Электронный ресурс]. – URL: <http://konferencii.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

5. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.rsl.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

6. Российская книжная палата [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.bookchamber.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

7. Российская национальная библиотека [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.nlr.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

8. Электронная библиотека [Электронный ресурс]. – URL: <http://elibrary.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

9. Электронная научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО «СГУВТ» [Электронный ресурс]. – URL: <http://library.nsawt.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

10. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки [Электронный ресурс]. – URL: <http://diss.rsl.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

11. Всероссийский институт научно-технической информации РАН [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.viniti.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

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

- Пакет программного обеспечения для выполнения расчётов.
- Пакет прикладных офисных программ, включающий в себя текстовый процессор, средства просмотра pdf-файлов и средства работы с графикой.
- Консультационно-правовая система «Консультант Плюс».
- Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>.

11 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Перечень основного оборудования
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Набор демонстрационного оборудования: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный.
Учебная аудитория для проведения практических занятий	Набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, в том числе: доска учебная,

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Перечень основного оборудования
	мультимедийный проектор, экран проекционный.
Учебная аудитория для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Набор демонстрационного оборудования: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный и универсальные стенды для проведения лабораторных работ
Учебная аудитория для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.