

Документ подписан простой электронной подписью
 Информация о владельце:
 ФИО: Мочалин Константин Сергеевич
 Должность: И.о. ректора
 Дата подписания: 06.07.2026 15:14:34
 Уникальный программный ключ:
 b7695d6b97247fced4385685adb0d9f8e6f2cdf

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

**Федеральное государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего образования
 "Сибирский государственный университет водного транспорта"**

2.1.5

Электроэнергетика

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Электроэнергетических систем и электротехники**

Образовательная программа 2.4.3. 2.4.3. Электроэнергетика
 год начала подготовки 2026

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144
 в том числе:
 аудиторные занятия 40
 самостоятельная работа 66
 часов на контроль 38

Виды контроля на курсах:
 зачет 5
 экзамен 6

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.&b><Семестр на курсе>)	5 (3.1)		6 (3.2)		Итого	
Неделя	19		20 1/6			
Вид занятий	уп	ип	уп	ип	уп	ип
Лекции	16	16	16	16	32	32
Практические	4	4	4	4	8	8
Итого ауд.	20	20	20	20	40	40
Контактная работа	20	20	20	20	40	40
Сам. работа	50	50	16	16	66	66
Часы на контроль	2	2	36	36	38	38
Итого	72	72	72	72	144	144

Рабочая программа дисциплины

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951)

составлена на основании учебного плана образовательной программы:

2.4.3. 2.4.3. Электроэнергетика

год начала подготовки 2026

Рабочую программу составил(и):

д.т.н., Сальников Василий Герасимович

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Заведующий кафедрой Горелов Сергей Валерьевич

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Целью дисциплины является приобретение знаний в области научных исследований электроэнергетики.
1.2	
1.3	Задачи дисциплины:
1.4	
1.5	– современные технологии и электрооборудование электрических станций и электроэнергетических систем,
1.6	
1.7	– выделять и систематизировать основные идеи научных достижений в области электрических станций и электроэнергетических систем;
1.8	
1.9	– освоение методик расчёта и принципов проектирования электроэнергетических систем;
1.10	
1.11	– знакомство с требованиями, предъявляемыми к объектам электроэнергетики, и основным направлениям совершенствования их.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	2.1
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.2	Уметь:
3.3	Владеть:

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вид занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература	ПрПо дгот
Раздел	Раздел 1. Физико-математические задачи электроэнергетики				
Лек	Введение в теорию электромагнитного поля /Лек/	5	4	Л1.1Л2.1Л3.2 Л3.1 Э1	0
Пр	Введение в теорию электромагнитного поля /Пр/	5	2	Л1.1Л2.1 Э1	0
Ср	Введение в теорию электромагнитного поля /Ср/	5	15	Л1.1Л2.1Л3.2 Л3.1 Э1	0
Лек	Система энергетики /Лек/	5	6	Л1.1Л2.1 Э1	0
Пр	Система энергетики /Пр/	5	2	Л1.1Л2.1 Э1	0
Ср	Система энергетики /Ср/	5	15	Л1.1Л2.1Л3.2 Л3.1 Э1	0
Раздел	Раздел 2. Специальные разделы теоретических основ электротехники				
Лек	Электромагнитное поле и его уравнения в интегральной форме /Лек/	5	6	Л1.1Л2.1 Э1	0
Ср	Электромагнитное поле и его уравнения в интегральной форме /Ср/	5	20	Л1.1Л2.1Л3.2 Л3.1 Э1	0
Лек	Поток электромагнитной энергии /Лек/	6	2	Л1.1Л2.1 Э1	0
Пр	Поток электромагнитной энергии /Пр/	6	2	Л1.1Л2.1 Э1	0

Ср	Поток электромагнитной энергии /Ср/	6	4	Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.1 Э1	0
Раздел	Раздел 3. Электрические станции и электроэнергетические системы				
Лек	Особенности технологического процесса функционирования электрических станций различного типа /Лек/	6	2	Л1.1Л2.1 Э1	0
Ср	Особенности технологического процесса функционирования электрических станций различного типа /Ср/	6	4	Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.1 Э1	0
Лек	Системы управления, контроля и сигнализации на электростанциях и подстанциях /Лек/	6	4	Л1.1Л2.1 Э1	0
Пр	Системы управления, контроля и сигнализации на электростанциях и подстанциях /Пр/	6	2	Л1.1Л2.1 Э1	0
Ср	Системы управления, контроля и сигнализации на электростанциях и подстанциях /Ср/	6	2	Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.1 Э1	0
Лек	Модели оптимального развития энергосистем /Лек/	6	4	Л1.1Л2.1 Э1	0
Ср	Модели оптимального развития энергосистем /Ср/	6	4	Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.1 Э1	0
Лек	Судовые паровые турбины Основы технико-экономических расчетов электрических сетей /Лек/	6	4	Л1.1Л2.1 Э1	0
Ср	Судовые паровые турбины Основы технико-экономических расчетов электрических сетей /Ср/	6	2	Л1.1Л2.1Л3. 2 Л3.1 Э1	0

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Содержание разделов и тем дисциплины

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

1.1 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.

Жизненно важная 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.

1.2 Система энергетики

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]

2.1 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.

2.2 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]

3.1 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.

3.2 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.

3.3 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.

3.4 Основы технико-экономических расчетов электрических сетей.

Качество электрической энергии. Регулирование напряжения в электроэнергетических системах, районных электрических сетях и системах электроснабжения.

Проектирование 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.

Содержание практических занятий

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.

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.

Самостоятельная работа. Контроль самостоятельной работы

В самостоятельную работу аспиранта входит подготовка к практическим занятиям путем изучения соответствующего теоретического материала.

Контроль самостоятельной работы аспиранта осуществляется при проведении индивидуальных и групповых консультаций.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

Зачёт, экзамен

6.2. Темы письменных работ

Не предусмотрены.

6.3. Контрольные вопросы и задания

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 ком-плексные 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–Пойн-тинга 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:

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 узловaя 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.

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

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.

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.

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.

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

Типовые задания к практическим занятиям

- 1 Оптимизация размещения средств компенсации реактивной мощности
- 2 Выбор устройств для управления потоками мощности в замкнутых электрических сетях

Типовые вопросы к защите практических работ.

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

потерю электроэнергии.

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

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

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 (помарки, 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 компетенций 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 предоставляется 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

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 не принципиальные неточности при изложении ответов

Решение задачи выполнено в полном объеме, но с ошибками не влияющими на алгоритм расчета

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

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

5.4.4. Методика оценки зачета по дисциплине

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.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)			
7.1 Рекомендуемая литература			
7.1.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Черныш А. Я.	Организация и ведение научных исследований аспирантами: Учебник	Москва: Изд-во Российской таможенной академии, 2014
7.1.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Стариченко Б. Е.	Проектирование диссертации магистра образования	Москва: Лань, 2016
7.1.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Лапыгин Ю. Н.	Диссертационное исследование магистранта, аспиранта, докторанта: [пособие]	Москва: ЭКСМО, 2009
Л3.2	Криворученко В. К., Пеньковский Д. Д.	Аспиранту и докторанту: документы и рекомендации: метод. пособие	Москва: Нац. ин-т бизнеса, 2004
7.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"			
Э1	Сибирский государственный университет водного транспорта [Электрон-ный ресурс]. – Режим доступа:		

7.3 Перечень программного обеспечения

Операционная система Windows

Пакет прикладного программного обеспечения Microsoft Office

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
Назначение	Оборудование
Аудитория для тренажерной подготовки - тренажер ГМССБ	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: проектор, ПК – 8 шт.; Тренажер ГМССБ; Судовая земная станция Инмарсат-С с приемником РГВ; Аварийный радиобуй КОСПАС-САРСАТ; Радиолокационный ответчик
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: Проектор (стационарный), экран (стационарный), ПК (стационарный)
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: экран (стационарный), проектор (переносной), ПК (переносной), ПК (стационарный), 6 шт.; Лабораторные стенды: Теоретические основы электротехники, 3 шт., Электротехника и основы электроники, 2 шт.; Светотехника, 2 шт., Обследование условий освещения рабочих мест, 2 шт.; Лабораторное оборудование: Осциллограф (переносной), 3 шт.
Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций	Аудиторная доска; Комплект учебной мебели; Мультимедийное оборудование: экран (стационарный), проектор (переносной), ПК (переносной), ПК (стационарный), 6 шт.; Лабораторные стенды: Теоретические основы электротехники, 3 шт., Электротехника и основы электроники, 2 шт.; Светотехника, 2 шт., Обследование условий освещения рабочих мест, 2 шт.; Лабораторное оборудование: Осциллограф (переносной), 3 шт.